

56P

Original
(ilustração)
F. L. 901/11

Paolo Rossi

O nascimento da ciência moderna na Europa

Coordenação Editorial
Irmã Jacinta Turolo Garcia

Assessoria Administrativa
Irmã Teresa Ana Sofiatti

Coordenação da Coleção História
Luiz Eugênio Vécio

Tradução de
Antonio Angonese



EDUSC
Editora da Universidade do Sagrado Coração

1/ Volume 1 Trono do conhecimento 28 lq + 28 = 56

dade e na perspectiva do futuro. Daí o título "ativo" da coleção. Na verdade, a nosso ver, não chegou ainda a hora de escrever uma história sintética da Europa. Os ensaios que propomos, são da autoria dos melhores historiadores atuais, inclusive não europeus, já consagrados ou não. Eles irão abordar os temas essenciais da história europeia nos diversos domínios – econômico, político, social, religioso, cultural – baseando-se na longa tradição historiográfica que se estende desde Heródoto até as novas concepções que, elaboradas na Europa no decorrer do século XX, e de modo particular nas últimas décadas, renovaram profundamente a ciência histórica. Em virtude do seu desejo de clareza, tais ensaios são acessíveis também a um vasto público.

Daí, a nossa ambição é trazer elementos de resposta às grandes questões que se apresentam diante dos que fazem e farão a Europa, bem como de todos os que no mundo se interessam pela Europa. "Quem somos nós? De onde viemos? Para onde vamos?".

Jacques Le Goff

PREMISSA

CIÊNCIA EUROPÉIA

Na Europa não existe um "lugar do nascimento" daquela realidade histórica complicada que hoje chamamos de *ciência moderna*, pois, tal lugar é toda a Europa. Neste sentido, vale a pena lembrar também as coisas que todos já sabem: que Copérnico era polonês, Bacon, Hárvey e Newton ingleses, Descartes, Fermat e Pascal franceses, Tycho Brahe dinamarquês, Paracelso, Kepler e Leibniz alemães, Huygens holandês, Galilei, Torricelli e Malpighi italianos. O pensamento de cada um destes personagens esteve ligado ao pensamento dos outros, dentro de uma realidade artificial ou ideal, livre de fronteiras e em uma República da Ciência que a duras penas foi construindo para si um espaço em situações sociais e políticas sempre difíceis, muitas vezes dramáticas e, por vezes, trágicas.

A ciência moderna não nasceu na tranquilidade dos *campus* ou no clima um tanto artificial dos laboratórios de pesquisa *ao redor* dos quais, mas não *dentro* deles (como acontecia desde séculos e ainda acontece nos conventos) parece escorrer o rio ensangüentado e lamacento da história. E isso por uma simples razão: porque aquelas instituições (no que concerne àquele saber que denominamos "científico") não tinham nascido e porque aquelas *torres de marfim*, utilizadas com tanto proveito e tão injustamente insultadas no decorrer do nosso século, não tinham sido ainda construídas pelo trabalho dos "filósofos naturalistas".

Embora quase todos os cientistas do século XVII tivessem estudado em uma universidade, são poucos os nomes de cientistas cuja carreira se tenha desenvolvido inteira ou prevalentemente no âmbito da universidade. Na verdade, as universidades *não* estiveram no centro da pesquisa científica. A ciência moderna nasceu fora das universidades, muitas vezes em polêmica com elas e, no decorrer do século XVII e mais ainda nos dois séculos sucessivos, transformou-se em uma atividade social organizada capaz de criar as suas próprias instituições.

Nos livros dedicados à física ou à astronomia ou mesmo à química, em geral pouco se fala a respeito das vicissitudes, muitas vezes tumultuadas, que acompanharam o seu desenvolvimento. Mas é oportuno que o leitor deste livro (que trata de idéias, de teorias e de experimentos e que, por necessidade, concede pouco espaço à narração daquelas vicissitudes), ao pensar no tempo em que viveram os assim chamados "pais fundadores" da ciência moderna, não procure lembrar somente a música de Monteverdi e de Bach, ou o teatro de Corneille e de Molière, a pintura de Caravaggio e de Rembrandt, a arquitetura de Borromini e a poesia de Milton, mas deve lembrar também pelo menos um outro ponto importante. A Europa que viveu um período decisivo da sua história difícil e dramática durante os 160 anos que separam o tratado *De revolutionibus* de Copérnico (1543) da *Ótica* de Newton (1704) era radicalmente diferente (mesmo no que diz respeito ao mundo da cotidianidade) da Europa na qual nos é dado viver hoje.

Na pequena cidade de Leonberg, na Suécia, no decorrer do inverno de 1615-16 foram queimadas 6 bruxas. Em um povoado vizinho, Weil (hoje Weil der Stadt), cuja população não passava de 200 famílias,

entre 1615 e 1629, foram queimada 18 bruxas. Uma velha de nome Katharine, um tanto linguaruda e estranha, que vivia em Leonberg, foi acusada pela mulher de um vidraceiro de ter feito adoecer uma vizinha com uma poção mágica e, além disso, ter lançado o mau-olhado nos filhos de um alfaiate que acabaram morrendo, ter negociado com um coveiro para adquirir o crânio do próprio pai que queria dar de presente como taça a um dos seus filhos, astrólogo e adepto à magia negra. Uma menina de 12 anos que estava levando tijolos para cozer no forno, ao encontrar ao longo do caminho aquela velha, sentiu no braço uma dor terrível que lhe paralisou o braço e os dedos durante alguns dias. Não é por mero acaso que a lumbago e o torcicolo na Alemanha são chamados ainda hoje de *Hexenschuss*, na Dinamarca *Hekseskud* e, na Itália, *colpo della stregá* (golpe da bruxa). Aquela velha, que, na época tinha 73 anos de idade, foi acusada de feitiçaria, foi mantida acorrentada durante vários meses, foi intimada a desculpar-se de 49 acusações de crimes, foi submetida à *territo*, isto é, a um interrogatório com ameaça de tortura diante do algoz e a ouvir seguidamente uma descrição detalhada dos muitos instrumentos a serem usados pelo mesmo. Após ficar detida na prisão por mais de um ano, foi finalmente absolvida em 4 de outubro de 1621, 6 anos depois das primeiras acusações. Não lhe foi possível voltar a viver em Leonberg porque teria sido linchada pela população (Caspar, 1962: 249-65).

Aquela velha tinha um filho famoso, que se chamava Johannes Kepler, o qual se empenhara desesperadamente na defesa da própria mãe e que, durante os anos do processo, além de escrever uma centena de páginas para salvá-la da tortura e da fogueira, escreveu também as páginas do seu tratado *Harmonices*

mundi em que está contida aquela que, nos manuais, foi chamada a terceira lei de Kepler. Na opinião de Kepler, na origem do mundo havia uma harmonia celestial que ele imaginava (como está escrito no quarto capítulo do livro quinto) "como um Sol que brilha através das nuvens". Kepler estava perfeitamente consciente do fato de que aquela mesma harmonia não reinava sobre a terra. No capítulo sexto do livro dedicado aos sons produzidos pelos planetas escrevia que, considerando as notas produzidas pela terra *Mi-Fa-Mi*, era possível deduzir daí que na terra reinavam a *Miséria* e a *Fome*. Ele acabara a redação do texto três meses após o falecimento da filha Katharine.

Naquele mundo há poucas biografias de cientistas dedicados com tranquilidade à pesquisa. Não adianta pensar na fogueira de Giordano Bruno ou na tragédia de Galilei. Para termos uma idéia a esse respeito é suficiente lermos a obra *Vie de monsieur Descartes* de Adrien Baillet. Na realidade, a Europa daquelas décadas não viu somente os processos contra as bruxas e a ação dos tribunais da Inquisição. Quase nunca pensamos no sentido verdadeiro da expressão "Guerra dos Trinta Anos". A Europa daquela época era atravessada em todas as direções por exércitos de mercenários que arrastavam atrás de si artesãos, cozinheiros, prostitutas, rapazes fugindo de suas casas, vendedores ambulantes, deixando para trás rastros de roubalheiras, malandragens, incêndios, mulheres estupradas, camponeses massacrados, colheitas destruídas, igrejas profanadas e povoados saqueados. Na Europa daquela época, cidades como Milão, Sevilha, Nápoles, Londres viram os seus habitantes serem dizimados pela peste que teve os caracteres de uma longuíssima e aterradora epidemia crônica. As coisas descritas por Defoe a respeito da peste de Londres e

por Manzoni sobre a peste de Milão se repetiram muitas e muitas vezes.

Somente dentro do contexto de uma República ideal, que tendia a se tornar independente das lutas e no meio dos contrastes e das misérias do mundo, poderia nascer a assombrosa afirmação – feita por Francisco Bacon – segundo a qual uma ciência exercida visando à glória ou ao poder do próprio país é algo de moralmente menos nobre do que uma ciência que se põe ao serviço da humanidade inteira. Somente naquele contexto podia nascer a expressão de Marin Mersenne que, referindo-se aos Índios canadenses e aos camponeses do Ocidente, afirmava que "um homem não pode fazer nada que outro homem não possa igualmente fazer e que cada homem contém em si próprio tudo o que é preciso para filosofar e para raciocinar a respeito de todas as coisas" (Mersenne, 1634: 135-36). Além disso, há algo mais que aproxima com força os protagonistas da revolução científica: a consciência de que por meio da própria obra está nascendo algo. O termo *novus* recorre de forma quase obsessiva em várias centenas de títulos de livros científicos do século XVII: desde a *Nova de universis philosophia* de Francisco Patrizi e a *Newe Attractive* de Robert Norman, até o *Novum Organum* de Bacon, a *Astronomia Nova* de Kepler e os *Discorsi intorno a due nuove scienze* de Galilei.

Naqueles anos toma vida e alcança rapidamente a plena maturidade uma forma de saber que revela características estruturalmente diferentes das outras formas da cultura, conseguindo a duras penas criar suas próprias instituições e suas próprias linguagens específicas. Tal saber exige "experiências sensatas" e "determinadas demonstrações" e, ao contrário do que acontecera na tradição, requer que estas duas coisas complicadas *andem juntas* e estejam indissolivelmente liga-

das uma à outra. Qualquer afirmação deve ser "publicada", isto é, ligada ao controle por parte de outros, deve ser apresentada e demonstrada a outros, discutida e submetida a eventuais contestações. Naquele mundo há pessoas que admitem ter errado, ou não ter conseguido provar aquilo que tencionavam demonstrar, que aceitam render-se às evidências que outros aduziram. É óbvio que isso ocorre muito raramente, como também que as resistências à mudança (como aparece em todos os grupos humanos) são muito fortes, mas o fato de se estabelecer com firmeza que a verdade das proposições não depende de modo algum da autoridade de quem as pronuncia e que não está ligada de forma nenhuma a uma "revelação ou iluminação" qualquer acabou constituindo uma espécie de patrimônio ideal ao qual os europeus podem ainda hoje se referir como a um valor impreterível.

UMA REVOLUÇÃO E O SEU PASSADO

A propósito do nascimento da ciência moderna se falou e ainda se fala, justamente, de "revolução científica". Um dos aspectos característicos das revoluções consiste no fato de que elas não só olham para o futuro, dando vida a algo que antes não existia, mas também constroem um passado imaginário que, em geral, tem características negativas. Basta ler o *Discurso preliminar* à grande *Enciclopédia* dos iluministas ou também o início do *Discurso sobre as ciências e sobre as artes* de Jean-Jacques Rousseau para ficar cientes de como circulava com força, desde meado do século XVIII, a definição da Idade Média como época obscura, ou como um "retrocesso para a barbárie" a que os esplendores da Renascença teriam posto um fim definitivo.

Em princípio, os historiadores não aceitam nenhum "passado imaginário". Eles colocam de novo em discussão também as tentativas que os homens fazem de colocar a si próprios dentro do processo da história. Aqueles mil anos de história, no decorrer dos quais ocorreram não poucas grandes revoluções intelectuais e aos quais atribuímos o rótulo genérico de Idade Média foram investigados minuciosamente, a partir do meado do século XIX. Hoje sabemos que o mito da Idade Média, como época de barbárie, era, justamente, um mito, construído pela cultura dos humanistas e pelos pais fundadores da modernidade. Na realidade, naqueles séculos foram construídas inúmeras e admiráveis igrejas e catedrais, bem como conventos e moinhos movidos a vento e foram lavrados os campos com o arado pesado e foi inventado o estribo que mudou a natureza dos combates e a política europeia transformando o Centauro imaginado pelos antigos no Senhor feudal (White, 1967: 49).

As cidades, onde os homens começaram a viver, não eram apenas lugares de escambos comerciais, mas de intercâmbios intelectuais. A grande filosofia medieval está ligada ao encontro de diversas tradições: a tradição cristã, a bizantina, a judaica e a árabe (De Libera, 1991). Naquele mundo nasceram as universidades e se afirmou, sobretudo, a figura do *intelectual* que, entre os séculos XII e XIII, considera-se e é considerado como um homem que exerce uma profissão, desenvolve um trabalho (*labor*), o qual portanto é considerado semelhante aos outros cidadãos, e tem o papel de transmitir e elaborar as artes "liberais" (Le Goff, 1959: 73). As universidades nasceram em Bologna, Paris e Oxford no final do século XII, multiplicaram-se no decorrer do século seguinte, difundindo-se sucessivamente por toda a Europa nos séculos XIV e XV. As universidades se tor-

nam os lugares privilegiados de um saber que se configura como digno de reconhecimento social, merecedor de uma remuneração, um saber que tem leis próprias, que são minuciosamente determinadas (Le Goff, 1977: 153-70). Ao contrário das escolas monásticas ou das catedrais, a universidade era um *studium generale*, possuía um estado jurídico específico, fundado por uma autoridade "universal" (como o Papa ou o Imperador). A permissão aos docentes de ensinar em qualquer lugar (*licentia ubique docendi*) e os deslocamento dos estudantes contribuíram consideravelmente para constituir uma unificação da cultura latino-cristã. "Favorecido pela adoção do latim como instrumento de comunicação culta, este *mercado único* do ensino transformou as universidades medievais em centros de estudo de caráter internacional no seio das quais os homens e as idéias podiam circular rapidamente" (Bianchi, 1997: 27). O assim chamado método escolástico (baseado na *lectio*, na *quaestio*, e na *disputatio*) deixaria na cultura europeia marcas indeléveis, tanto assim que é uma verdade incontestável o fato de que, para entender muitos filósofos modernos, a começar de Descartes, é indispensável remontar aos textos daqueles autores que eles detestavam profundamente.

No que diz respeito à filosofia e à ciência da Idade Média – além do processo de laicização da cultura e às condenações teológicas de muitas teses filosóficas – realizou-se muito trabalho. Na verdade, muitos sustentaram de modo especial a tese de uma forte continuidade entre a ciência dos estudiosos do Merton College de Oxford (como Bradwardine) dos "físicos parisienses" (como Nicolas Oresme e Giovanni Buridano) e a ciência de Galilei, Descartes e Newton. Na impossibilidade de discutir interpretações como aquelas de Pierre Duhem (Duhem, 1914-58) ou de Marshall Cla-

gett (Clagett, 1981), quero me limitar aqui a apresentar, em forma de listagem, algumas das boas razões que servem para confirmar a tese oposta de uma forte descontinuidade entre a tradição científica medieval e a ciência moderna e que, por conseguinte, permitem considerar legítimo o uso da expressão "revolução científica".

1) A natureza de que falam os modernos é radicalmente diferente da natureza a que se referem os filósofos da Idade Média. Na natureza dos modernos não há (como na tradição) uma distinção de *essência* entre corpos naturais e corpos artificiais.

2) A natureza dos modernos é interpelada em condições artificiais: a experiência de que falam os aristotélicos apela para o mundo da cotidianidade a fim de exemplificar ou ilustrar teorias; as "experiências dos modernos são *experimentos* construídos artificialmente a fim de confirmar ou desmentir teorias.

3) O saber científico dos modernos se parece com a exploração de um novo continente, ao passo que o saber dos medievais parece voltado ao paciente aprofundamento dos problemas com base em regras codificadas.

4) À luz da crítica dos modernos o saber dos escolásticos pareceu incapaz de interpelar a natureza, mas somente interrogar a si próprio oferecendo *sempre* respostas satisfatórias. Naquele saber há lugar para as figuras do mestre e do discípulo, mas não para a figura do inventor.

5) Os cientistas modernos – Galilei em primeiro lugar – agem com uma "desenvoltura" e um "oportunismo metodológico" que são totalmente desconhecidos na tradição medieval (Rossi, 1989: 11-13). A pretensão medieval para a exatidão absoluta foi um obstáculo e não uma ajuda para a criação de uma ciência

matemática da natureza. Galilei inventava sistemas de medição cada vez mais apurados, mas “desviava a atenção da precisão ideal para aquela necessária e relativa aos objetivos e alcançável mediante os instrumentos disponíveis [...]”. Ao passo que o mito paralisante da exatidão absoluta foi um entre os fatores que impediram os pensadores do século XIV de passar das *calculations* abstratas para um estudo efetivamente quantitativo dos fenômenos naturais” (Bianchi, 1990: 150).

Mas as razões pelas quais o autor deste livro falou e continua falando a respeito da ciência moderna como de uma revolução intelectual se baseiam obviamente não no breve elenco que precede, mas nas páginas que seguem.

A RESPEITO DESTES LIVROS

Le Goff me confiou a tarefa – que considerei realmente uma grande honra – de escrever uma obra intitulada *O nascimento da ciência moderna na Europa*. Os editores europeus interessados neste livro, por sua vez – como se costuma e como era correto e oportuno fazer –, impuseram-me algumas determinações bastante rigorosas: 85.000 palavras ou 300 páginas de 1.800 toques. Eu superei, porém não muito, tais limites.

Na verdade, uma pura e simples listagem daqueles que nós – com um termo forjado no século XIX – podemos chamar de *cientistas* e que viveram no período que vai do nascimento de Nicolau Copérnico até a morte de Newton e que poderiam ser considerados dignos de menção em um manual de história da ciência, ocuparia muitas páginas. E se, além disso, quiséssemos acrescentar a esta listagem uma outra conten-

do a indicação de algumas de suas obras principais a situação já poderia parecer dramática.

Por isso, logo de início renunciei a qualquer propósito de realizar um trabalho exaustivo, renunciando por conseguinte também à idéia de escrever um *manual* de história da ciência. Além disso, fiz algumas escolhas das quais acredito ser oportuno dar notícia ao leitor a fim de informá-lo a respeito do que poderá achar neste livro e a fim de esclarecer o ponto de vista adotado pelo autor.

Os capítulos que constituem o livro têm por objeto a nova astronomia, as observações realizadas mediante o telescópio e o microscópio, bem como o princípio de inércia, as experiências sobre o vazio, a circulação do sangue, as grandes conquistas do *cálculo*, etc., mas junto com tais assuntos os vários capítulos visam também a expor as grandes idéias e os grandes temas que foram centrais no decorrer daquela “revolução”: a rejeição da concepção sacerdotal ou *hermética* do saber, a nova avaliação da técnica, o caráter hipotético ou realista do nosso conhecimento do mundo, as tentativas de usar – inclusive com relação ao mundo humano – os modelos da *filosofia mecânica*, a nova imagem de Deus como engenheiro ou relojoeiro, a introdução da dimensão do tempo na consideração dos fatos naturais.

No que diz respeito ao método, tenho a convicção de que as teorias específicas que constituem o *cerne firme* de toda a ciência não são de modo algum o reflexo de determinadas condições histórico-sociais. Ao contrário, estou convicto de que – e todo o trabalho que desenvolvi até aqui procedeu nesta direção – a *história* tem muito a ver com as *imagens da ciência* (quer dizer, os discursos sobre aquilo que a ciência é e deve ser) que estão presentes na cultura. Em muitos casos

aquelas imagens exercem um peso considerável sobre a aceitação ou sobre o sucesso das teorias. De fato, com base em uma determinada imagem da ciência são definidas com frequência as *fronteiras* da ciências, bem como os critérios para distinguir a ciência da magia, da metafísica ou da religião. A partir daquela base são escolhidos sobretudo os problemas a resolver dentro da imensa quantidade de problemas que se apresentam abertos a uma investigação possível.

Aquilo que hoje aparece firmemente codificado e como tal transmitido pelos manuais de física ou de biologia, assim como o que hoje nos parece como óbvio e natural é porém o resultado de escolhas, opções, contrastes e alternativas. Antes da codificação que aconteceu em seguida, tais alternativas e tais escolhas eram reais e não imaginárias. Cada decisão implicou opções, dificuldades, descartes, que, por vezes, configurou-se ao mesmo tempo de forma dramática.

Espero que algumas coisas resultem claramente pelo livro: que o *continuismo* é somente uma medíocre filosofia da história sobreposta na história real; que mediante a pesquisa histórica jamais, no passado, são descobertos estudos monoparadigmáticos ou épocas caracterizadas, como as pessoas, por um único rosto; que o diálogo crítico entre teorias, tradições científicas, imagens da ciência foi sempre (tal como continuando) contínuo e insistente; que a ciência do século XVII, junto e ao mesmo tempo, foi paracelsiana, cartesiana, baconiana e lebniziana; que modelos não mecanicistas agiram com força também em lugares impensáveis; que o surgimento de problemas e de possíveis domínios de pesquisa está firmemente ligado a discussões que têm a ver com as várias filosofias e metafísicas; que a figura do *cientista* emerge em tempos e de formas diversas em cada setor particular da pesqui-

sa, considerado que em alguns casos (como na matemática e na astronomia) há uma referência a tradições antiqüíssimas, em outros procura-se fazer emergir do passado tradições específicas a que referir-se, em outros ainda se insiste no caráter novo ou "alternativo da própria atividade cognitiva e experimental.

Uma coisa, aparentemente óbvia, às vezes deve ser lembrada continuamente pelos historiadores tanto aos seus leitores como também aos letrados, filósofos e cientistas do seu tempo. Tal coisa precisa ser lembrada continuamente porque existe em cada ser humano (e portanto também nos filósofos e cientistas mais refinados) uma tendência quase invencível a esquecer: todos aqueles que trabalharam, pensaram e formularam teorias e efetuaram experimentos no período do *nascimento* da ciência moderna viveram em um mundo muito diferente do nosso, em que conviviam perspectivas que hoje nos parecem pertencer a mundos culturais totalmente inconciliáveis entre si. O século XVII viu um florescimento extraordinário de obras alquímicas e junto com isso viu um exuberante crescimento da criatividade matemática. Newton é um dos grandes criadores do cálculo infinitesimal, mas os seus manuscritos alquimistas abrangem mais de um milhão de palavras – cerca de dez volumes iguais àquele que está em suas mãos agora -. Os cientistas do século XVII não sabiam e nem podiam saber o que agora nós sabemos: isto é, que a alquimia daquele século "era a derradeira flor de uma planta que estava morrendo e a matemática do século XVII a primeira flor de uma robusta planta perene" (Westfall, 1989: 27, 305).

Na minha opinião, porém, parece incontestável o fato de que o que denominamos "ciência" adquiriu naquela época alguns daqueles caracteres fundamen-

tais que conserva ainda hoje e que aos pais, fundadores pareceram justamente algo de novo na história do gênero humano: um artefato ou um empreendimento coletivo, capaz de se desenvolver por si próprio, voltado para conhecer o mundo e a intervir sobre o mundo. Tal empreendimento, que com certeza não é inocente, nem jamais se considerou tal, ao contrário do que aconteceu para os ideais políticos, bem como para as artes, as religiões e as filosofias, tornou-se uma poderosíssima *força unificadora* da história do mundo.

Este livro não foi escrito para os historiadores ou para os filósofos da ciência. Na verdade, foi pensado e escrito para aqueles jovens que iniciam uma própria relação pessoal com a história das idéias e com aqueles objetos complicados, proliferantes e fascinantes que são as ciências e a filosofia. Mas tive principalmente em mente aquelas numerosíssimas pessoas – entre as quais inscrevo muitos e caríssimos amigos – que se dedicaram a estudos humanistas”, que pensam a ciência como algo “árido”, e que a consideram – no fundo do coração – de pouca relevância tanto para a cultura como também para a sua história, que têm a respeito da ciência e da sua história aquela imagem redutiva de serventia que tantos filósofos (mesmo ilustres) do nosso século contribuíram a fortalecer e a divulgar e que compartilham, quase sempre sem aperceber-se, os discursos das primeiras décadas do século XX sobre a *bancarrota* da ciência.

Considerando que as páginas que seguem representam de algum modo uma tentativa não só de síntese, mas também de uma nova elaboração do trabalho sobre alguns temas da revolução científica que comecei há mais de cinquenta anos atrás, se eu quisesse entrar pela vereda dos agradecimentos, deveria

expressar a minha gratidão a um número demasiado grande de pessoas: a muitos amigos e a muitos jovens alunos, agora talvez não mais tão jovens. Renuncio a fazê-lo e dedico este livro à minha doce, decidida e inesperada netinha Georgia que tem os olhos azuis como aqueles, para mim encantadores, da sua avó Andreina.

Quando Cristóvão Colombo, Magalhães e os portugueses contaram como perderam o rumo nas suas viagens, nós não só os desculpamos, mas ficaríamos lamentando não dispormos da sua narrativa, sem a qual toda a diversão estaria perdida. Por isso, não serei alvo de censura se, induzido pelo mesmo afeto pelos meus leitores, quisesse seguir o mesmo método deles.

JOHANNES KEPLER, *Astronomia nova* (1609)



OBSTÁCULOS

ESQUECER O QUE SABEMOS

Mais do que nas estruturas pèrenes da mente dos seres humanos os historiadores estão interessados na diversidade das formas de funcionar das mentes nas diversas épocas. Quando nos aproximamos de um pensamento que não é o nosso se torna importante tentar esquecer aquilo que sabemos ou pensamos saber. É preciso adorarmos formas de raciocinar ou até mesmo princípios metafísicos que para as pessoas do passado eram tão válidos e fundamentados em raciocínios e pesquisas do mesmo modo que são para nós os princípios da física matemática e os dados da astronomia (Koyré, 1971: 77). É por isso que, como certa vez Thomas Kuhn escreveu, é essencial fazer a tentativa de *desaprender* os esquemas de pensamento induzidos pela experiência e pela instrução precedentes (Kuhn, 1980: 183).

O termo *obstáculos epistemológicos* foi forjado pelo filósofo francês Gaston Bachelard na década de trinta do século passado. Faz referência àquelas convicções (deduzidas tanto do saber comum, como também do saber científico) que tendem a impedir toda ruptura ou descontinuidade no crescimento do saber científico e, por conseguinte, constituem obstáculos poderosíssimos para a afirmação de novas verdades. O tipo de

perguntas que Bachelard se colocava contribuiu para a renovação da história da ciência e para transformá-la, a partir de um "festivo elenco de descobertas", em uma história dos percursos difíceis da razão.

Vale a pena mostrar, mediante um exemplo específico, a qual realidade Bachelard pensava referir-se quando falava: 1) em obstáculos epistemológicos; 2) em afastamento da ciência do realismo do sentido comum; 3) em uma falsa continuidade histórica – baseada no uso das próprias palavras -. Até o século XIX parece totalmente evidente que para *iluminar* é necessário *queimar* alguma matéria. Pelo contrário, na lâmpada elétrica de fio incandescente de Edison o problema é *impedir* que uma matéria queime. A ampola de vidro não serve para proteger a chama do ar, mas para assegurar o vácuo ao redor do filamento. Mas, tanto as velhas como também as novas lâmpadas têm uma única coisa em comum: servem para derrotar a escuridão. Portanto, podemos designá-las com o mesmo termo somente adotando este ponto de vista que, afinal, é o ponto de vista da vida cotidiana. Na realidade aquela mudança técnica implica uma complicada *teoria da combustão*, que tem a ver com a igualmente complicada história da descoberta do oxigênio (Bachelard, 1949: 104; Bachelard, 1995).

FÍSICA

Um estudante de 2º grau da nossa época sabe distinguir entre o *peso* de um corpo – que varia na medida da sua distância da Terra – e a *massa* de um corpo que, conforme a física clássica ou anterior a Einstein, é a mesma em todos os pontos do universo. O mesmo estudante, além disso, conhece a primeira lei de Newton ou o *princípio de inércia* e por conseguinte sabe que, na

ausência de resistências externas, para deter um corpo em movimento linear uniforme é necessária a aplicação de uma força e que, portanto, o movimento linear é, assim como o estado de repouso, um estado "natural" dos corpos. O referido estudante conheceu também a segunda lei de Newton segundo a qual é a *aceleração* e não a velocidade a resultar proporcional à força aplicada (ao contrário do que pensava Aristóteles que afirmava ser a aplicação de uma certa força a dar ao corpo uma velocidade determinada). Ele sabe, finalmente, algo que era totalmente inconcebível na física antiga: que portanto uma força *constante imprime a um corpo um movimento variável* (uniformemente acelerado) e que uma força qualquer, por menor que seja, é capaz de fazer isso com relação a qualquer massa, por maior que seja. Ele sabe também que todo movimento circular é um movimento acelerado e que o movimento circular não é de modo algum o protótipo do movimento eterno dos céus. Não só: mas ao contrário do que sustentava a física anterior a Newton e do que pensava o próprio Galilei, aquele movimento não é de modo algum "natural", mas deve ser *explicado* considerando-se a existência de uma força proveniente do centro e que o mantém fora da linha reta que seguiria na ausência daquela força.

A história da física, a partir das elaborações escolásticas tardias da teoria do *impetus* até as páginas cristalinas dos *Principia* de Newton, é a história de uma profunda revolução conceitual que leva a modificar em profundidade as noções não só de movimento, mas também de massa, peso, inércia, gravidade, força e aceleração. Trata-se, ao mesmo tempo, de um novo método e de uma nova concepção geral do universo físico. Trata-se, além disso, de novas formas de determinar as finalidades, os papéis e os objetivos do conhecimento da natureza.

Podemos tentar enumerar uma série de convicções das quais foi necessário afastar-se a duras penas para que chegasse a se constituir a assim dita "física clássica" de Galilei e de Newton. A aparente obviedade de tais convicções foi um obstáculo enorme para a fundação da ciência moderna. Aquela obviedade não estava ligada somente à existência de tradições de pensamento que possuíam raízes antigas e bem firmes, mas também à sua maior aproximação ao assim chamado *senso comum*. As três convicções que seguem e que a ciência moderna abandonou totalmente, na verdade se apresentam como "generalizações" de observações empíricas ocasionais.

1) Os corpos caem porque são pesados, ou seja, porque tendem para o seu *lugar natural*, que é situado no centro do universo. Portanto, eles possuem em si próprios um princípio intrínseco de movimento e cairão com velocidade cada vez maior na medida que são mais pesados. A velocidade da queda é diretamente proporcional ao peso: deixando cair ao mesmo tempo duas esferas pesando 1 Kg e 2 Kg respectivamente, a de dois quilos vai tocar o chão antes e a de um quilo demorará o dobro do tempo.

2) O meio com que um corpo se move é um elemento essencial do fenômeno movimento, que é preciso levar em consideração ao determinar a velocidade da queda dos corpos pesados. A velocidade de um corpo em queda livre (diretamente proporcional ao peso) em geral era considerada inversamente proporcional à densidade do meio. No vazio (em um ambiente isento de densidade) o movimento se desenvolveria de modo instantâneo, a velocidade seria infinita, um corpo se acharia em mais lugares no mesmo instante. Estes aspectos eram todos argumentos formidáveis contra a existência do vazio.

3) Considerando que tudo o que se move é movido por outra coisa qualquer (*omne quod movetur ab alio movetur*), o movimento violento de um corpo é produzido por uma força que age sobre ele. O movimento necessita de um *motor* que o produza e o conserve em movimento durante o movimento. Não é preciso aduzir alguma causa para explicar a permanência em estado de repouso de um corpo, porque o repouso é o estado natural dos corpos. O movimento (qualquer tipo de movimento: quer natural, quer violento) é algo de não-natural e provisório (fazem exceção os "perfeitos" movimentos circulares celestes) que pára tão logo cessa a aplicação de uma força, e se move tanto mais rapidamente quanto maior é a força aplicada. Se a força aplicada é a mesma, move-se tanto mais lentamente quanto maior for o seu peso. Cessando a aplicação da força cessa também o movimento: *cessante causa, cessat effectus*; assim, por exemplo, quando o cavalo pára, pára também a carroça.

Todas estas três generalizações, como dissemos, nascem da referência a situações ligadas à experiência cotidiana: a queda de uma pluma e a de uma pedra e o movimento de uma carroça puxada por um cavalo. Além disso, tais situações estão ligadas a uma concepção antropomórfica do mundo, que assume tanto as sensações e os comportamentos, como também as percepções do homem, na sua concretude, como critérios para a realidade. Nas raízes dos "erros" da física dos antigos há motivações profundas, radicadas na nossa fisiologia e na nossa psicologia. Por que, indaga René Descartes na obra *Principia* (1644), normalmente nos enganamos pensando ser necessária uma maior ação para o movimento do que para o repouso? Caímos neste erro – ele escreve – "desde o início da nossa vida", porque estamos acostumados a mover o nos-

so corpo segundo a nossa vontade e o corpo é percebido em repouso somente pelo fato de que "está grudado à Terra mediante a gravidade, cuja força não percebemos". Considerando que tal gravidade resiste ao movimento dos membros e faz que nos cansemos no decorrer dos nossos movimentos "nos pareceu que houvesse necessidade de uma força maior e mais ação para produzir um movimento do que para pará-lo" (Descartes, 1967: II, 88).

A ciência moderna não nasceu no campo da generalização de observações empíricas, mas no terreno de uma análise capaz de *abstrações*, isto é, capaz de deixar o nível do sentido comum, das qualidades sensíveis e da experiência imediata. O instrumento principal que tornou possível a revolução conceitual da física, como é notório, foi a *matematização* da física. E para os seus desenvolvimentos deram contribuições decisivas Galilei, Pascal, Huygens, Newton e Leibniz.

COSMOLOGIA

Creio ser oportuno insistir mais ainda sobre alguns outros aspectos fundamentais daquele milenar *sistema do mundo* para cuja destruição Copérnico, Tycho Brahe, Descartes, Kepler e Galilei deram contribuições decisivas.

Em primeiro lugar, é necessário nos referirmos à distinção entre *mundo celeste* e *mundo terrestre*, entre *movimentos naturais* e *movimentos violentos*. Na filosofia aristotélica o mundo terrestre ou sub lunar resulta da mistura de quatro elementos simples: Terra, Água, Ar e Fogo. O peso ou a leveza de cada corpo depende da diferente proporção com que os quatro elementos são mesclados nele, fazendo que a Terra e

a Água tenham uma tendência natural para baixo, ao passo que o Ar e o Fogo tendem para o alto. O devir e a mutação do mundo sublunar são causados pela agitação ou mistura dos elementos. O movimento natural de um corpo pesado é dirigido *para baixo*, enquanto o de um corpo leve se dirige *para o alto*: o movimento linear para o alto ou para baixo (concebidos como absolutos e não relativos) dependem da tendência natural dos corpos a alcançarem o seu lugar natural, isto é, a situação apropriada que cabe a eles por natureza. A experiência cotidiana da queda de um corpo sólido no ar, bem como do fogo que sobe para o alto, das bolhas de ar que vêm à tona na água confirma a teoria. Mas a experiência nos coloca também, continuamente, diante de outros movimentos, como, por exemplo: uma pedra lançada para o alto, uma flecha projetada pelo arco, uma chama desviada para baixo pela força do vento. Estes são os *movimentos violentos*, devidos à ação de uma força externa, que se opõe à natureza do objeto agindo sobre ele. *Cessante causa, cessat effectus*: quando a força deixa de agir, o objeto tende a voltar para o lugar que lhe cabe por natureza.

O conceito de movimento na física dos aristotélicos, não coincide com a idéia de movimento da física dos modernos. Em geral, movimento é toda passagem do ser em potencial para o ser em ato. Para Aristóteles, tal movimento se configura como *movimento no espaço*, como *alteração* nas qualidades, como *geração e corrupção* na esfera do ser. No "movimento" são implicados fenômenos físicos e fenômenos que nós denominamos químicos e biológicos. O movimento não é um *estado* dos corpos, mas um devir ou um processo. Um corpo em movimento não muda somente em relação a outros corpos: ele próprio, por estar em movi-

mento, está sujeito à mutação. O movimento é uma espécie de *qualidade* que afeta o corpo.

O mundo terrestre é o mundo da alteração e da mutação, do nascimento e da morte, da geração e da corrupção. O Céu, ao contrário, é inalterável e perene, os seus movimentos são regulares, nele nada nasce e nada se corrompe, mas tudo é imutável e eterno. As estrelas, os planetas (o Sol é um deles) que se movem ao redor da Terra não são formados pelos mesmos elementos que compõem os corpos do mundo sublunar, mas por um quinto elemento divino: o éter ou *quinta essentia*, que é sólido, cristalino, imponderável, transparente e não sujeito a alterações. As esferas celestes são feitas da mesma matéria. Sobre o equador destas esferas em rotação (como "nós em uma tábua de madeira") são fixados o Sol, a Lua e os outros planetas.

Ao movimento retilíneo, variado e limitado no tempo (que é próprio do mundo terrestre) se contrapõe o movimento circular, uniforme e perene das esferas e dos corpos celestes. O movimento circular é perfeito e por conseguinte adequado à natureza perfeita dos céus. Tal movimento não tem início e não tem fim, não tende para coisa alguma, retornando perenemente sobre si próprio e prosseguindo eternamente. O éter, com exceção para o mundo terrestre (o mundo *sub lunar*), enche o universo inteiro. O universo é finito pelo fato de ser limitado pela esfera das estrelas fixas. A esfera divina, isto é, o primeiro móvel, transporta as estrelas fixas e produz aquele movimento que se transmite, por contato, às outras esferas, chegando até o céu da Lua que constitui o limite inferior do mundo celeste. Por natureza, não pode caber à Terra nenhum movimento circular. Ela está imóvel no centro do universo. A tese da sua centralidade e imobilidade não só é confirmada pela óbvia experiência

cotidiana, mas é um dos fundamentos ou pilares de toda física aristotélica.

A grandiosa máquina celeste teorizada por Aristóteles e que, em seguida, foi se modificando e complicando de vários modos nos séculos sucessivos, na realidade era a transposição, no plano da realidade e da física, do modelo, puramente geométrico e abstrato, elaborado por Eudóxio de Cnido na primeira metade do século IV a.C. As esferas de que Eudóxio fala não eram entes físicos reais, como mais tarde foram entendidas por Aristóteles, mas meras ficções ou artifícios matemáticos visando a dar uma explicação, mediante uma construção intelectual, às aparências sensíveis, isto é, visando a justificar e explicar o movimento dos planetas e tentar "resguardar os fenômenos" ou justificar as aparências.

Tal contraposição de uma astronomia concebida como construção de hipóteses a uma astronomia que visa a apresentar-se como uma descrição de eventos reais, terá grande importância. Em todo o caso, o divórcio entre a cosmologia e a física de um lado e uma astronomia meramente "calculista" e matemática de outro, iria se acentuando no mundo antigo, na época que viu Alexandria do Egito no centro da cultura filosófica e científica. Com efeito, encontramos tal construção teorizada explicitamente pelo maior astrônomo da antigüidade: Cláudio Ptolomeu, que viveu em Alexandria no segundo século da era cristã. Por mais de um milênio a obra *Syntaxis*, comumente conhecida como *Almagesto*, permanece como alicerce do saber astrológico e astronômico.

As esferas de Aristóteles eram entes reais, sólidos e cristalinos. Os movimentos excêntricos e os epiciclos de Ptolomeu (que começa sempre a exposição dos movimentos planetários com a expressão

"imaginemos um círculo") não têm realidade física. Como afirma Proclo (410-485 dC), são somente o recurso mais simples para explicar os movimentos dos planetas. A astronomia era apresentada por Ptolomeu como campo de atividade para os matemáticos, não para os físicos. Mas o quadro complicado do universo que na essência ficou firme até a época de Copérnico não é redutível às doutrinas lembradas até agora. Na realidade, foi uma mistura de física aristotélica e de astronomia ptolemaica, inserida em uma cosmologia que chegaria amplamente não só ao misticismo das correntes neo platônicas, mas também às concepções da astrologia, à teologia dos Padres da Igreja e às idéias dos filósofos da Escolástica. Para termos uma idéia a esse respeito, basta pensar no universo de Tomás de Aquino (1225-74) ou naquele descrito na *Divina Comédia* de Dante Alighieri (1265-1321), onde às esferas celestes correspondem as várias potências angélicas.

Simplificando muito as coisas, é possível tentar enumerar os pressupostos que foi preciso destruir e abandonar para construir uma nova astronomia.

1) A distinção de princípio entre uma física do Céu e uma física terrestre, que resultava da divisão do universo em duas esferas, uma perfeita e a outra sujeita ao devir.

2) A convicção (que seguia deste primeiro ponto) do caráter necessariamente circular dos movimentos celestes.

3) O pressuposto da imobilidade da Terra e da sua centralidade no universo que era comprovado por uma série de argumentos de aparência irrefutável (o movimento terrestre projetaria para os ares objetos e animais) e que encontrava uma confirmação no texto das Escrituras.

4) A crença na finitude do universo e em um mundo fechado que está ligada à doutrina dos lugares naturais.

5) A convicção, conexa estritamente com a distinção entre movimentos naturais e violentos, de que não há necessidade de aduzir nenhuma causa para explicar o estado de repouso de um corpo, ao passo que, ao contrário, todo movimento deve ser explicado ou como dependente da forma natural do corpo ou como provocado por um motor que o produz e o conserva.

6) O divórcio, que se havia fortalecido, entre as hipóteses matemáticas da astronomia e a física.

No decorrer de quase cem anos (aproximadamente de 1610 a 1710) cada um destes pressupostos foi discutido, criticado ou rejeitado. Daí, por meio de um processo difícil e por vezes tortuoso, resultou uma nova imagem do universo físico destinada a encontrar o seu cumprimento na obra de Isaac Newton, isto é, naquela grandiosa construção que, a partir de Einstein, hoje chamamos de "física clássica". Na verdade, porém, tratou-se de uma rejeição que pressupunha uma mudança radical de quadros mentais e de categorias interpretativas e que implicava uma nova consideração da natureza e do lugar do homem na natureza.

VIL MECÂNICO

Junto com o tipo de obstáculos que chamaram a atenção de Bachelard e que se referem ao conhecimento e às formas de "olhar o mundo" - na era que viu a difícil afirmação da ciência moderna - existem opiniões e atribuições de valor que têm a ver com a estrutura da sociedade e com a organização trabalhista, bem como com a imagem do homem culto e do sábio que predomina na sociedade, dominando nas or-

ganizações dentro das quais é elaborado e transmitido o saber. Algumas dessas opiniões se configuram também como obstáculos muito difíceis de superar.

Nas raízes da grande revolução científica do século XVII se situa aquela compenetração entre técnica e ciência que marcou (para o bem ou para o mal) a inteira civilização do Ocidente e que, nas formas que assumiu nos séculos XVII e XVIII (estendendo-se em seguida para o mundo inteiro), não existia tanto na civilização antiga como também naquela da Idade Média. O termo grego *banausía* significa arte mecânica ou trabalho manual. Cálicles, na obra *Górgias* de Platão, afirma que o construtor de máquinas deve ser desprezado, merecendo a alcunha de *bánausos* em sinal de menosprezo, acrescentando que ninguém desejaria dar a própria filha em casamento a um sujeito deste tipo. Aristóteles excluía os "operários mecânicos" da classificação dos cidadãos e os diferenciava dos escravos só pelo fato de que atendem às solicitações e às necessidades de muitas pessoas ao passo que os escravos servem a uma única pessoa. A oposição entre escravos e pessoas livres tendia a se resolver na oposição entre técnica e ciência, entre formas de conhecimentos voltadas para a prática e para o uso e um conhecimento voltado para a contemplação da verdade. O desprezo pelos escravos, considerados inferiores por natureza, estende-se à atividade que eles exercem. As sete artes *liberais* do trívio (gramática, retórica, dialética) e do quadrívio (aritmética, geometria, música e astronomia) se chamam liberais porque são as artes próprias dos homens *livres* em contraposição aos não-livres ou escravos que exercem as artes mecânicas ou manuais. O conhecimento não subordinado a fins que sejam externos ao seu objetivo essencial constitui, tanto em Aristóteles como também na tradição aristotélica,

télica, o único saber no qual se realiza a essência do homem. O exercício da *sophía* requer bem-estar, exige que as coisas necessárias para a vida já tenham sido asseguradas. As artes mecânicas são necessárias à filosofia, constituindo os seus pressupostos, mas são formas inferiores de conhecimento, mergulhadas dentro das coisas materiais e sensíveis, ligadas à prática e à atividade das mãos. O ideal do sábio e do homem culto (como aconteceria também na filosofia dos estóicos e dos epicureus e mais tarde no pensamento de Tomás de Aquino) tende a coincidir com a imagem daquele que dedica a própria vida à contemplação na espera de alcançar (para os pensadores cristãos) a beatitude da contemplação de Deus.

O elogio da vida ativa, que está presente em numerosos autores do século XV, o elogio das mãos, que consta nos textos de Giordano Bruno, bem como a defesa das artes mecânicas, que aparece em muitos textos de engenheiros e de construtores de máquinas do século XVI e que é retomada por Bacon e por Descartes, à luz destas considerações, adquire um significado muito relevante.

Em uma obra das mais conhecida da técnica da Renascença, a *De re metallica* (1556) de Jorge Agricola (Georg Bauer), encontramos uma defesa apaixonada da arte dos metais. Todavia, ela é acusada de ser "indigna e vil" em comparação com as artes liberais. Para muitos ela se configura como um trabalho servil "vergonhoso e desonesto para o homem livre, isto é, para o homem distinto, honesto e honrado". Mas o "metalúrgico", na opinião de Bauer, deveria ser perito na identificação dos terrenos, das minas, das várias espécies de minerais, pedras preciosas e metais. Ele, portanto, vai precisar da filosofia, da medicina, da arte de calcular, da arquitetura, da arte do desenho, bem

como da lei e do direito. O trabalho dos técnicos não pode ficar separado do trabalho dos cientistas. Por isso, Bauer responde aos que, sustentando a tese oposta, baseiam-se na contraposição livres-servos, que também a agricultura em certa época foi praticada pelos escravos, como também que servos contribuíram para a arquitetura e que não poucos médicos ilustres foram escravos (Agricola, 1563: 1-2).

Na obra *Mechanicorum libri* de Guidobaldo del Monte publicada em Pérsaro em 1577 encontramos esta mesma defesa, baseada em argumentos análogos: em muitos lugares da Itália "se costuma apelidar alguém de mecânico por escárnio e insulto, e alguns ficam irritados por ser chamados de engenheiros". O termo mecânico, no entanto, indica um "homem de alta competência, que por meio das mãos e do engenho sabe executar obras maravilhosas". Arquimedes foi principalmente um mecânico. Ser mecânico ou engenheiro "é uma profissão de pessoa digna e distinta, pois mecânico é palavra grega que significa uma coisa feita com artifício e em geral implica todo artefato, invento, instrumento, guindaste, prensa ou todo invento magistralmente criado e lavrado em qualquer ciência, arte e trabalho" (Guidobaldo, 1581: *Aos leitores*).

Para entender o significado destas "defesas" do valor cultural da técnica vale a pena lembrar que no verbete *mécanique* o *Dictionnaire français* de Richelet (publicado em 1680) trazia ainda a seguinte definição: "o termo *mecânico*, com referência às artes, significa o que é contrário ao conceito de liberal e de honrado: tem sentido de baixo, vulgar, pouco digno de uma pessoa honesta". As teses de Cálicles ainda continuam vivas no século XVII: *mecânico vil* é um insulto que, quando for dirigido a um fidalgo, leva-o a desembainhar a espada.

Na verdade, alguns grandes temas da cultura europeia estão ligados à discussão em torno das artes mecânicas, que atingiu uma extraordinária intensidade entre meados do século XVI e meados do século XVIII. Nas obras dos artistas e dos inventores, nos tratados dos engenheiros e dos técnicos vem abrindo caminho uma nova consideração do trabalho, da função do saber técnico, do significado que têm os processos artificiais de alteração e transformação da natureza. Também no domínio da filosofia emerge lentamente uma avaliação das *artes* muito diferente daquela tradicional: alguns dos processos usados pelos técnicos e artesãos para modificar a natureza servem para o conhecimento da realidade natural, ajudando aliás a mostrar a "natureza em movimento" (como em seguida se afirmaria em polêmica explícita com as filosofias tradicionais).

Somente levando em conta este contexto a postura assumida por Galilei adquire um significado exato, a qual, na verdade, está na raiz das suas grandes descobertas astronômicas. De fato, em 1609 Galilei apontava para o céu a sua *luneta* (ou telescópio). O que determina uma revolução é a *confiança* de Galilei em um instrumento que nasceu no ambiente dos mecânicos, aperfeiçoado somente mediante a prática, acolhido parcialmente nos meios militares, mas ignorado, quando não desprezado, pela ciência oficial. O telescópio nascera nos ambientes do artesanato holandês. Galilei o *reconstruíra* e o apresentara em Veneza em agosto de 1609, para presentear-lo, em seguida, ao governo da Senhoria. Para Galilei, o telescópio não é um dos numerosos instrumentos curiosos, construídos para diversão dos homens de poder ou para a utilidade imediata dos militares. Ele o usa e o dirige para o céu com espírito metódico e com mentalidade cien-

tífica, transformando-o em um instrumento da ciência. Para acreditar naquilo que se vê com o telescópio é preciso crer que aquele instrumento serve não para *deformar*, mas para *potenciar a visão*. É preciso considerar os instrumentos como uma fonte de conhecimento, abandonar aquela antiga e enraizada concepção antropocêntrica que considera a visão natural dos olhos humanos como um critério absoluto de conhecimento. Fazer *entrar os instrumentos na ciência*, isto é, concebê-los como fonte de verdade não foi um empreendimento fácil. *Ver*, na ciência do nosso tempo, significa, quase que exclusivamente, *interpretar sinais gerados por instrumentos*. Nas origens daquilo que hoje nós vemos nos céus há um gesto inicial e solitário de coragem intelectual.

A defesa das artes mecânicas contra a acusação de indignidade, bem como a recusa de fazer coincidir o horizonte da cultura com o horizonte das artes liberais e as operações práticas com o trabalho servil implicavam na realidade o abandono de uma imagem milenar da ciência, isto é, implicavam o fim de uma distinção de essência entre o conhecer e o fazer.



SEGREDOS

“MARGARITAE AD PORCOS”

Há uma passagem no Evangelho de Mateus (7,6) em que Jesus afirma: “Não deis as coisas santas aos cães, nem atireis as vossas pérolas aos porcos, porque eles poderiam pisá-las e, voltando-se vos despedaçar”. O que é precioso não é para todos, a verdade deve ser mantida secreta, pois a sua difusão é perigosa: é desta forma que numerosíssimos autores leram aquela passagem do Evangelho.

A tese de um saber secreto das coisas essenciais, cuja divulgação poderia trazer consequências nefastas, configurou-se durante muitos séculos na cultura europeia como uma espécie de paradigma dominante. Somente a difusão, a persistência e a continuidade histórica deste paradigma do segredo conseguem explicar a dureza e a força polêmica que está presente em muitos textos dos assim chamados pais fundadores da modernidade. De fato, eles de forma concorde recusam a distinção sobre a qual aquele segredo se fundava: a distinção entre a exígua falange dos sábios ou “verdadeiros homens” e o *promiscuum hominum genus*, isto é, a massa dos incultos.

O SABER HERMÉTICO

A comunicação e a difusão do saber bem como a discussão pública das teorias (que para nós são práticas correntes) nem sempre foram percebidas como valores. No entanto se *tornaram* valores. Na verdade, a comunicação como valor foi sempre contraposta – desde as origens do pensamento europeu – uma imagem diferente do saber, isto é, como iniciação e como um patrimônio que somente poucos podem alcançar.

Os *Secreta secretorum* (uma obra atribuída a Aristóteles) tiveram na Idade Média uma ampla divulgação. Em forma de carta, Aristóteles revela ao seu discípulo Alexandre Magno os segredos reservados aos mais íntimos entre os discípulos abrangendo medicina, astrologia, fisionomia, alquimia e magia. Deste livro, que Lynn Thorndike qualifica como “o livro mais popular da Idade Média”, foram descobertos nas bibliotecas européias mais de 500 manuscritos. Entretanto, a literatura sobre os segredos fica alheia ao mundo das grandes universidades medievais. Mas circula amplamente também entre os grandes expoentes da nova cultura. No fim do século XIII, Rogério Bacon teoriza uma *scientia experimentalis* que (como justamente notava Lynn Thorndike) para 2/3 é hermética e não transmissível ao mundo dos profanos: “Os sábios omitiram tais assuntos em seus escritos ou tentaram ocultá-los sob uma linguagem metafórica [...]. Como ensinaram tanto Aristóteles no seu livro sobre os segredos, como também o seu mestre Sócrates, os segredos das ciências não são escritos em peles de cabra ou de ovelha de tal modo a torná-los acessíveis às multidões” (Eamon, 1990: 336).

A distinção entre dois tipos de seres humanos, que teve origem em correntes gnósticas e averroístas,

– a multidão dos simples e dos ignorantes e os poucos eleitos que são capazes de captar a verdade escondida debaixo da escrita e dos símbolos e que são iniciados aos sagrados mistérios – está ligada firmemente à visão do mundo e da história que foi própria do hermetismo. Encontramos de novo tal distinção expressa claramente nos catorze tratados do *Corpus hermeticum*, que remontam ao século II depois de Cristo e que Marsílio Ficino (1433-99) traduziu entre 1463 e 1464. Aqueles textos tiveram antes uma enorme difusão manuscrita e entre 1471 e o fim de 1500 foram publicados em dezesseis edições. Marsílio Ficino atribuiu tal obra (e tal opinião foi sustentada em seguida durante todo o século XVI e as primeiras décadas do século XVII) ao lendário Hermes Trismegisto, fundador da religião dos Egípcios, contemporâneo de Moisés e mestre, indiretamente, de Pitágoras e de Platão. O grande renascimento da magia no final do século XV e no século XVI está ligado a esses textos, continuando os mesmos a influenciar fortemente a cultura européia até meados do século XVII. Toda a grande herança mágico-astro-lógica do pensamento antigo e da Idade Média estava inserida em um quadro platônico-hermético amplo e orgânico por meio daqueles escritos. Nesse quadro dominam não só a tendência a captar a Unidade que, no fundo, subtece as diferenças, mas também a aspiração a conciliar as distinções e a exigência para uma pacificação total na Unidade-Totalidade.

Os limites entre filosofia natural e saber místico, entre a figura do indivíduo que conhece a natureza e realiza experiências e a imagem do homem que (como Fausto) vendeu a alma ao diabo para conhecer e dominar a natureza pareceram muito frágeis e sutis aos homens daquela época. A natureza, pensada pela cultura mágica, não é somente matéria contínua e ho-

mogênea que enche o espaço, mas é uma realidade total que tem em si própria uma alma, um princípio de atividade interno e espontâneo.. Tal alma-substância, como para os antigos pensadores jônios do século V aC, está "cheia de demônios e de deuses". Cada objeto do mundo é repleto de simpatias ocultas que o ligam ao Todo. A matéria é impregnada de divino. As estrelas são animais vivos divinos. O mundo é a imagem ou o espelho de Deus e o homem é a imagem ou o espelho do mundo. Entre o grande mundo ou *macrocosmos* e o *microcosmos* ou mundo em tamanho pequeno (e o homem é assim) existem correspondências exatas. As plantas e as selvas são os cabelos e os pelos do mundo, as rochas são os seus ossos, as águas subterrâneas as suas veias e o seu sangue. O ser humano é o umbigo do mundo. Está no seu centro. Enquanto espelho do universo, o homem é capaz de revelar e de captar aquelas correspondências secretas. O mágico é aquele que sabe penetrar no interior desta realidade infinitamente complexa, dentro deste sistema de correspondências e de caixas chinesas que remetem para o Todo, dentro das quais o Todo está fechado. Ele conhece as correntes de correspondências que descem do alto e sabe construir – por meio de invocações, números, imagens, nomes, sons, acordes de sons, talismãs – uma corrente ininterrupta de elos ascendentes. O amor é o *nodus* ou a *junção* que aproxima indissolivelmente entre si as partes do mundo. Na opinião de Fícinio elas parecem "coligadas umas às outras por uma espécie de caridade recíproca [...], membros de um único animal, reciprocamente unidas pela comunhão de uma única natureza". Daí, vitalismo e animismo, organicismo e antropomorfismo são características constitutivas do pensamento mágico. Nele domina, como viram com clareza Freud e Cassirer, a

idéia da identificação entre o eu e o mundo, bem como a idéia da "onipotência do pensamento".

O mundo mágico é compacto e totalitário. Não se racha facilmente, nem suporta desmentidos. O caráter-sensacionalista dos feitos realizados pelo mágico não oferece talvez uma prova da sua pertença ao escalão dos eleitos? E a distinção entre os escolhidos e o povão não implica talvez o segredo de um patrimônio de idéias em que as verdades profundas devem ser ocultadas a ponto de parecerem não identificáveis? A extrema dificuldade dos processos não depende talvez da incapacidade da maioria dos homens de se aproximarem de tais verdades? E a ambiguidade e alusividade da terminologia não dependem talvez da complicação dos procedimentos e da necessidade de reservar o conhecimento a poucos indivíduos? Ou será que compreender a verdade não *mediante* a linguagem que é usada, mas *apesar* de tal linguagem, não é talvez um meio para verificar a própria pertença à exígua classe dos eleitos?

Na verdade, como foi repetido muitas vezes, a magia *tende sempre a se resolver* em psicologia ou em religião. Porém *jamais coincide* nem com a psicologia, nem com a religião, nem com o misticismo. Assim como na astrologia convivem cálculos sofisticados e vitalismo antropológico, do mesmo modo, na magia e na alquimia, convivem misticismo e experimentalismo. Os livros da grande magia da Renascença se apresentam aos nossos olhos como o fruto de uma mistura estranha. Com efeito, no mesmo manual encontramos páginas de ótica, mecânica, química, bem como receitas de medicina, ensinamentos técnicos sobre a construção de máquinas e de jogos mecânicos, codificação de escrituras secretas, receitas de culinária, de venenos para vermes e ratos, conselhos para pescadores, caçadores e para as donas de casa. Encontram-se

também sugestões referentes à higiene, à substâncias afrodisíacas, ao sexo e à vida sexual, retalhos de metafísica, reflexões de teologia mística, alusões à tradição sapiencial do Egito e dos profetas bíblicos, referências às filosofias clássicas e aos mestres da cultura medieval, conselhos para os ilusionistas etc. E não é só isso. A magia, de fato, relaciona-se profundamente também com projetos de reforma da cultura – basta pensarmos em Giordano Bruno, Cornélio Agrippa, Tommaso Campanella etc; ela tende para o Milenarismo, para aspirações a uma renovação política radical.

A linguagem da alquimia e da magia é ambígua e alusiva porque não tem qualquer sentido que a idéia de uma verdade oculta ou de um segredo possa ser expressa com clareza e com palavras não alusivas e não ambíguas. Aquela linguagem é estruturalmente e não acidentalmente cheia de deslizos semânticos, de metáforas, analogias e alusões. A esse propósito, o alquimista Bono de Ferrara escreve o seguinte: “Ninguém dos antigos conseguiu jamais alcançar o sujeito divino desta arte mediante a sua inteligência natural: nem somente pela razão natural, nem só pela experiência porque ele – à guisa de um mistério divino – está acima da razão e acima da experiência” (Bono de Ferrara, 1602: 123).

Os alquimistas não falam de ouro real ou de enxofre concreto. O objeto jamais é simplesmente o que é em si próprio; ele é também sinal de outra coisa, receptáculo de uma realidade que transcende o nível em que tal objeto existe. Por isso, o químico que hoje examina as obras alquímicas “experimenta a mesma impressão que sentiria um pedreiro que desejasse haurir de um texto da maçonaria informações práticas para o seu trabalho” (Taylor, 1949: 110). Os iniciados, justamente porque compreendem os segredos da Arte, “corroboram com isso a sua pertença ao grupo dos ilu-

minados”. Todos os cultores da Arte, escreve Bono de Ferrara, “entendem-se entre si como se falassem uma única língua que é incompreensível a todos os outros, sendo conhecida somente por eles mesmos” (Bono de Ferrara, 1602: 132). Na obra *Magia adâmica* Thomas Vaughn afirma que o conhecimento é feito de visões e de revelações, por isso o ser humano pode chegar a uma compreensão total do universo só mediante a divina iluminação (Vaughn, 1888: 103).

A distinção entre *homo animalis* e *homo spiritualis*, bem como a separação entre os homens simples e os letrados se transforma na identificação dos objetivos do saber com a salvação e a perfeição individuais. A ciência coincide com a purificação da alma e é um meio para fugir do destino terreno. O conhecimento intuitivo é superior ao conhecimento racional; a inteligência oculta das coisas se identifica com a libertação do mal: “Só para vocês, os filhos da doutrina e da sabedoria escrevemos esta obra. Escutem o livro, procurem colher o saber que espalhamos em vários lugares. O que ocultamos em um lugar o manifestamos em outro [...]. Não quisemos escrever a não ser para vocês, que possuem um espírito puro, cuja mente é casta e pudica, cuja fé ilibada teme e reverência a Deus [...]. Só vocês acharão a doutrina que reservamos somente para vocês. Os mistérios, ocultados por muitos enigmas, não podem se tornar transparentes sem a inteligência oculta. Se vocês conseguirem tal inteligência, só então toda a ciência mágica penetrará em vocês e se manifestarão em vocês aquelas virtudes já adquiridas por Hermes, Zoroastro, Apolônio e por outros realizadores de coisas maravilhosas” (Bauer, 1550: I, 498).

Ad laudem et gloria altissimi et omnipotentis Dei, cuius est revelare suis praeordinatis secreta scientiarum: o tema do segredo se apresenta já nas primeiras páginas do *Picatrix* e reaparece continuamente em seguida. A

magia foi ocultada pelos filósofos mantendo-a cuidadosamente escondida usando ao falar palavras secretas. Eles fizeram isso para o seu próprio bem: *si haec scientia hominibus esset discoperta, confunderent universum*. Por isso, a ciência se divide em duas partes uma das quais é manifesta e a outra oculta. A parte oculta é profunda: as palavras que se referem à ordem do mundo são as mesmas que Adão recebeu de Deus e podem ser entendidas apenas por pouquíssimos indivíduos (Perrone Compagni, 1975: 298).

Face ao tema do segredo, o que impressiona não é a variedade das fórmulas mas a sua imutabilidade. Em escritos compostos em épocas diferentes voltam constantemente os mesmos autores, as mesmas citações, os mesmos exemplos. Na obra de Cornélio Agripa, por exemplo, encontramos escrito que Platão impediu a divulgação dos mistérios, Pitágoras e Porfírio obrigavam os seus discípulos a guardarem o silêncio a respeito; Orfeu exigia o silêncio sob juramento e o mesmo fazia Tertuliano; Teódoto ficou cego por ter tentado penetrar os mistérios da escritura hebraica. Indianos, Etíopes, Persas e Egípcios falavam somente por meio de enigmas. Plotino, Orígenes e os outros discípulos de Amônio juravam não revelar os dogmas do mestre. O próprio Cristo ocultou a sua palavra de forma que somente os discípulos mais confiáveis pudessem entendê-lo e proibiu explicitamente de lançar aos cães as carnes consagradas e as pérolas aos porcos. "Toda experiência mágica aborrece o público, precisa permanecer oculta, fortalecendo-se no silêncio e sendo destruída quando for declarada" (Agripa, 1550: I, 498).

A verdade se transmite mediante o contato pessoal e pelos "murmúrios das tradições e os discursos orais". A comunicação direta entre o mestre e o

discípulo é o instrumento privilegiado da comunicação: "Não sei se alguém, sem um mestre confiável e experiente possa compreender o sentido só pela leitura dos livros [...]. Tais coisas não são confiadas às letras nem escritas com a caneta, mas são infundidas de espírito para espírito mediante palavras sagradas" (Ibid: II, 904).

O SABER PÚBLICO

No Ocidente, as figuras dominantes no mundo da cultura, durante uns mil anos (quer dizer ao longo de dez séculos da Idade Média) são o santo, o monge, o médico, o professor universitário, o militar, o artesão e o mágico. Mais tarde ao lado dessas figuras acrescentam-se aquelas do humanista e do fidalgo da corte. No período que vai de meados do século XVI até meados do século XVII aparecem outros personagens novos: o *mecânico*, o *filósofo naturalista*, o *artista virtuoso* ou livre empreendedor. Os objetivos perseguidos por tais personagens *novos* não são a santidade, a imortalidade literária, ou a realização de milagres capazes de encantar o povo. Além disso, o novo saber científico nasce no terreno de uma áspera polémica contra o saber dos monges, dos escolásticos, dos humanistas e dos professores. Por isso, em 1640, em uma moção dirigida ao Parlamento, John Hall escreve que nas universidades não se ensinam nem a química, nem a anatomia, nem as línguas, nem os experimentos. Na verdade, é como se os jovens tivessem aprendido há três mil anos atrás toda a ciência redigida em hieroglíficos e, em seguida, tivessem ficado dormindo como múmias para acordar somente agora.

Uma forte oposição ao saber secreto dos mágicos e dos alquimistas emerge, agora, não tanto do

mundo dos filósofos, mas antes do mundo dos engenheiros e dos mecânicos. Já em 1540 Vannoccio Biringuccio – como consta na sua obra *Pirotechnica* – tinha idéias muito claras a respeito desses assuntos. Os alquimistas são incapazes de *codificar os meios* e olham imediatamente para os fins, aduzindo “mais a autoridade de testemunhos do que razões de possibilidades, ou efeitos que possam demonstrar. Entre tais testemunhos há quem cite Hermes, enquanto outros preferem se referir a Arnaldo, a Raimundo, a Geber, a Ocam, a Cratero, a São Tomás, ao Parisiense, ou a um tal de frei Elias da Ordem de São Francisco aos quais, devido à dignidade da sua ciência filosófica ou pela santidade, pretendem que se lhes preste um certo obséquio da fé, ou que, quem os escuta, fique calado como um ignorante ou confirme aquilo que dizem” (Biringuccio, 1558: 5r). Ao contrário de Biringuccio, que era uma pessoa de escassa informação cultural, Jorge Agricola (Georg Bauer) tinha lido muitos livros. Mas na obra *De re metallica*, editada em 1556 (um texto que ficava preso com corrente aos altares das igrejas do Novo Mundo para que servisse como um manual para todos) manifesta com força a polêmica contra um saber incomunicável por princípio: “Muitos livros tratam desse assunto, mas todos de difícil compreensão; pois estes escritores não chamam as coisas com seus próprios nomes e vocábulos, mas com nomes estranhos e inventados pela própria cabeça da forma que ora um autor, ora outro imaginou para si um termo diferente para a mesma coisa” (Agricola, 1563: 4-5).

Mais tarde, inclusive uma série de razões sociais e econômicas tendem a fortalecer, no âmbito do mundo dos mecânicos o valor do “segredo”. Muitos artesãos e engenheiros da Renascença insistem na oportu-

nidade de manter ocultos os próprios inventos: não porque o povo não seja digno de conhecê-los, mas por razões econômicas. As primeiras patentes remontam ao início do século XV. Mas o aumento do número das patentes ocorre de forma explosiva no século XVI (cf. Eamon, 1990; Maldonado, 1991).

Na época das guerras religiosas que subverteram a Europa os homens que constituem os primeiros grupos daqueles que se autodefiniam “filósofos naturais”, no interior da sociedade maior em que viviam, construíram sociedades menores e mais tolerantes. “Quando morava em Londres – escreve John Wallis em 1645 – tive a oportunidade de conhecer várias pessoas que se ocupavam daquilo que agora se chama filosofia nova ou experimental. Dos nossos discursos tínhamos excluído a teologia, pois o nosso interesse se voltava para matérias como física, anatomia, geometria, estática, magnetismo, química, mecânica e experiências naturais”.

Aqueles que se associam nas primeiras Academias visam a proteger-se sobretudo de duas coisas: da política e da intromissão das teologias e das Igrejas. Tais centros de estudos (Linceus) “têm como constituição particular a exclusão dos seus estudos qualquer controvérsia que não fosse natural e matemática, mantendo afastados os assuntos políticos”. Por isso, a todos os membros da referida sociedade – reza um texto da Royal Society – “se pede uma maneira de falar discreta, despojada, natural, sentidos claros, a preferência para a linguagem dos artesãos e dos comerciantes em lugar da linguagem dos filósofos” (Sprat, 1667: 62).

No que diz respeito às Academias e Sociedades científicas, há alguns pontos que devem ser fortemente ressaltados: a existência de reuniões dos letrados, bem como o uso de regras particulares de comporta-

mento para as ditas reuniões e a adoção de uma postura crítica com relação às afirmações de quem quer que seja como norma principal de comportamento. A verdade não está ligada à autoridade da pessoa que a enuncia, mas somente à evidência dos experimentos e à força das demonstrações.

Em segundo lugar, deve ser lembrada a tomada de posição que deve ser comum a todos os expoentes da nova ciência: uma postura favorável ao rigor lingüístico e ao caráter não figurativo da terminologia. A mesma tomada de posição coincide com a rejeição, em princípio, de toda distinção entre pessoas simples e pessoas cultas. As teorias devem ser integralmente comunicáveis e as experiências repetíveis sempre que for preciso. A propósito, escreve William Gilbert: "Usamos por vezes palavras novas. Porém, não como fazem os alquimistas, para ocultar as coisas mas para que as ocultas resultem plenamente compreensíveis" (Gilbert, 1958: Prefácio). A esse respeito vale a pena lembrar o célebre começo do *Discurso sobre o método* de Descartes que afirma ser o bom-senso "a coisa do mundo melhor repartida". A faculdade de julgar corretamente e de distinguir a verdade da falsidade (a razão consiste nisso) "é igual por natureza em todos os homens". Não só: mas a razão que nos distingue dos animais "está totalmente em cada indivíduo". O método que Hobbes seguiu e que conduz à ciência e à verdade é construído para todos os homens: "Se você gostar – afirma dirigindo-se ao leitor no Prefácio ao livro *De corpore* – você também poderá usá-lo". O método da ciência, afirmaria por sua vez Bacon, tende a fazer desaparecer as diferenças entre os homens e colocá-los as suas inteligências no mesmo nível.

A magia cerimonial, escreveu Bacon, opõe-se ao mandamento divino segundo o qual o pão deverá

ser ganho com o suor do rosto e "se propõe alcançar com poucas, fáceis e pouco pesadas observâncias aqueles nobres efeitos que Deus impôs ao homem de propiciar para si o pão à custa do seu trabalho". As descobertas, escreveria ainda, "são cultivadas por poucos indivíduos em silêncio absoluto e quase religioso". Na verdade, todos os críticos e opositores da magia insistiriam em apontar o caráter "sacerdotal" do saber mágico, bem como a mistura da ciência e religião que é característica fundamental da tradição hermética.

Por isso, indaga Mersenne, por que os adeptos da alquimia não estão dispostos a estudar os resultados das suas descobertas sem mais mistérios nem arcanos"? (Mersenne, 1625: 105). Por isso Francis Bacon, junto com a avaliação positiva da coragem intelectual manifestada por Galilei nas suas descobertas astronômicas, fez o elogio da sua honestidade intelectual: "honestamente e de modo relevante homens dessa espécie deram conta progressivamente da forma em que a eles resulta cada ponto particular da sua pesquisa" (Bacon, 1887-92: III, 736). Aqueles que se perdem seguindo caminhos extraordinários, escreveria Descartes, são menos desculpáveis do que aqueles que erram junto com outros. Nessas "trevas da vida", diria mais tarde Leibniz, é necessário caminhar juntos porque o método da ciência é mais importante do que a genialidade dos indivíduos e porque o objetivo da filosofia não é aquele do melhoramento do próprio intelecto, mas do intelecto de todos os homens. Neste sentido, tanto Leibniz, como também Hartlib e Comênio se referem de várias formas ao ideal do *advance-ment of learning*, isto é, de um crescimento do saber e de uma sua difusão. "O ardor das pessoas em abrir escolas" parecia ao autor da *Pansophiae prodromus* algo que caracteriza os novos tempos. Na opinião de Co-

ménio, é daquele ardor que decorre "a grande multiplicação de livros em todas as línguas e em cada nação a fim de que também as crianças e as mulheres possam adquirir familiaridade com os mesmos [...]. Finalmente aparece agora o esforço constante de alguns em levar o método dos estudos a tal nível de perfeição que qualquer coisa digna de ser conhecida possa ser facilmente instilada nas mentes. Se tal esforço (como espero) tiver sucesso encontrar-se-á o caminho procurado de ensinar rapidamente tudo a todos" (Comênio, 1974: 491).

A luta a favor de um saber universal, compreensível por todos porque comunicável a todos e que todos podem construir, já no decorrer do século XVII, era destinada a passar do nível das idéias e dos projetos dos intelectuais para o nível das instituições: "No que concerne aos membros que devem construir a Sociedade, é preciso notar que são livremente admitidos homens de religiões, países e profissões diferentes [...]. Eles declaram abertamente não preparar a fundação de uma filosofia inglesa, escocesa, papista ou protestante, mas a fundação de uma filosofia do gênero humano [...]. Eles tentaram colocar a sua obra em total condição de desenvolvimento perpétuo, estabelecendo uma correspondência inviolável entre a mão e a mente. Eles procuraram fazer disso um empreendimento não para uma única temporada ou para uma oportunidade de sucesso, mas algo firme, duradouro, popular e constante. Procuraram libertá-la dos artifícios, humores e paixões das seitas e transformá-la em um instrumento mediante o qual a humanidade possa conseguir o domínio sobre as coisas e não somente o domínio sobre os juízos dos homens. Enfim, procuraram efetuar tal reforma da filosofia não mediante solenidades de leis e ostentação de cerimônias, mas

mediante uma prática sólida e por meio de exemplos e não com a pompa gloriosa de palavras, mas por meio de argumentos silenciosos, efetivos e irrefutáveis das produções reais" (Sprat, 1667: 62-63).

TRADIÇÃO HERMÉTICA E REVOLUÇÃO CIENTÍFICA

Na segunda metade do século passado, por meio de uma série de estudos importantes, o homem chegou a se conscientizar, com clareza cada vez maior, do peso relevante que a tradição mágico-hermética teve oportunidade de exercer sobre o pensamento de não poucos entre os expoentes da revolução científica. Assim, no limiar da modernidade, a magia e ciência constituem um enredo que não pode ser dissolvido facilmente. A imagem, de proveniência iluminista e positivista, de uma marcha triunfal do saber científico atravessando as trevas e as superstições da magia, hoje parece ter desaparecido definitivamente.

Na sua defesa da centralidade do Sol, Nicolau Copérnico invoca a autoridade de Hermes Trismegisto. Por sua vez, William Gilbert se refere a Hermes e a Zoroastro, identificando a sua doutrina do magnetismo terrestre com a tese da animação universal. Francisco Bacon, por outro lado, na sua teoria das *formas*, é fortemente condicionado pela linguagem e pelos modelos presentes na tradição alquimista. Johannes Kepler é um profundo conhecedor do *Corpus hermeticum*. A sua convicção de uma correspondência secreta entre as estruturas da geometria e as estruturas do universo, bem como a sua tese de uma música celeste das esferas são profundamente embebecidas de misticismo pitagórico. Tycho Brahe vê na astrologia uma aplicação legítima da sua ciência. René Descar-

tes, cuja filosofia para os modernos se tornou o símbolo da clareza racional, quando jovem, dava uma preferência maior aos resultados da imaginação do que aos resultados da razão; como fizeram numerosos mágicos do século XVI, deleitava-se na construção de autômatos e de "jardins assombrados"; como fizeram muitos expoentes do lulismo mágico, insistia sobre a unidade e a harmonia do cosmo. São temas que, embora em perspectiva diferente, reaparecem também em Leibniz, em cuja lógica conflui uma temática tomada da tradição do lulismo hermético e cabalístico. É preciso acrescentar que a idéia de harmonia concebida por Leibniz é baseada na leitura apaixonada de uma literatura à qual bem dificilmente se poderia atribuir a qualificação de "científica". Nas páginas da obra *De motu cordis* de William Harvey, dedicadas à exaltação do coração como "Sol do microcosmo", ecoam os temas da literatura solar e hermética dos séculos XV e XVI. Entre a definição dada por Harvey ao *ovum* (como não totalmente cheio de vida nem inteiramente desprovido de vitalidade) e a definição dada por Marcílio Ficino (e em seguida por muitos paracelsianos e alquimistas) do *corpo astral* existem relações precisas. Também na concepção newtoniana do espaço como *sensorium Dei* foram ressaltadas influências das correntes neo-platônicas e da cabala judaica. Newton não só lia e resumia textos alquimistas, mas dedicou muitas horas da sua vida a pesquisas do tipo alquimista. Pelos seus manuscritos resulta evidente a sua fé em uma *prisca theologia* (que é o tema central do hermetismo) cuja verdade deve ser "provada" por meio da nova ciência experimental.

Para traçar linhas provisórias de demarcação entre "mágicos" e "cientistas" aí pelo fim do século XVI e no começo do século XVII tem pouca utilidade

sublinhar diferenças baseadas em apelos genéricos para a experiência ou na revolta contra as *auctoritates*. Jerônimo Cardano, como é notório, ocupou-se com um certo sucesso de matemática e João-Batista Della Porta detém um lugar certamente não de pouca importância na história da ótica. Os cálculos de muitos astrólogos são bem menos discutíveis do que as divagações matemáticas de Hobbes, e Paracelso é bem menos "escolástico" do que Descartes.

Para Bacon, folhear com humildade o grande livro da natureza significava renunciar a construir, sobre bases conceituais e experimentais demasiado frágeis, inteiros sistemas de filosofia natural. Francisco Patrizi e Pedro Sorensen (ou Severinus), bem como Bernardino Telésio, Giordano Bruno, Tommaso Campanella e William Gilbert foram julgados por Bacon como filósofos que entram em cena um após o outro e fabricam ao seu alvitre os sujeitos dos seus mundos. Todavia, uma avaliação diferente foi feita a respeito da obra do médico veronense Jerônimo Fracastoro (1483-1553) que era lembrado por Bacon como um homem capaz de uma honesta liberdade de juízo. Não é difícil conscientizar-se das razões desta diversidade de tons. No tratado *De sympathia et antipathia rerum* (1546) Fracastoro enfrentara uma série de temas costumeiros como, por exemplo, por quê a agulha magnética se volta para o Norte, por quê o peixe rêmora pode parar as embarcações etc.), mas concebera a sua investigação sobre o "consenso e dissenso" entre as coisas como sendo a premissa necessária para um estudo dos contágios. Tal contágio até então foi interpretado como a manifestação de uma força oculta. Em lugar de investigar a respeito dos princípios do contágio, bem como a respeito das formas em que o mesmo se manifesta e da diversa gravidade das doenças conta-

giosas, ou a respeito da diferença entre doenças contagiosas e envenenamentos, tais investigadores se contentaram em se referir a causas misteriosas. A razão disso consiste no fato de que os filósofos se dedicaram até então às “causas universalíssimas”, descuidando do estudo das “causas particulares e determinadas” (Fracastoro, 1574: 57-76). Para explicar a “simpatia” é preciso colocar no lugar do conceito de uma misteriosa *natura* dos corpos, a idéia de uma *força*. Com base em tal substituição é impossível fazer uso ainda da teoria aristotélica. Fazendo referência a Demócrito, Epicuro e Lucrecio, Fracastoro considera aceitável a teoria que situa nas *effluxiones* dos corpos o princípio da atração. Assim, pela transmissão recíproca de partículas do corpo A para o corpo B depende a atração de dois corpos. O conjunto de tais partículas forma um todo unitário que porém se diferencia em suas partes: as partículas que estão perto dos dois corpos ou aquelas que são colocadas entre dois corpos não têm a mesma densidade e rarefação. Nas “nuvens de átomos”, portanto, se produzem movimentos que tendem a realizar o equilíbrio ou o máximo consentimento das partes com o todo. Tais movimentos de ajuste determinam o movimento dos dois corpos um em relação ao outro e, em algum caso, a sua união.

No capítulo VI do tratado *De contagionibus et contagiosis morbis* (1546) Fracastoro afirmava que “a causa dos contágios que acontecem à distância não pode ser remetida a propriedades ocultas” (Fracastoro, 1574: 77-110). Assim, alguns contágios acontecem por simples contato, como no caso da sarna e da lepra; outros são transmitidos por meio de veículos, como roupas ou lençóis; outros, finalmente, (como no caso da peste e da varíola) se propagam à distância por meio de *seminaria* invisíveis. A tomada de distância de

Fracastoro (do qual devemos lembrar também o célebre poema em versos latinos *Syphilis sive de morbo gallico*, 1530) com relação ao ocultismo resulta evidente também no opúsculo *De causis criticorum diebus*. Os dias críticos ou as “crises” das doenças acontecem sem dúvida em dias determinados. Todavia, é impossível determinar aqueles dias com base em correspondentes dados estatísticos (como fazem os “filósofos pitagóricos”), nem com base em uma relação de causa-efeito com o movimento dos planetas (como fazem os astrólogos). Os médicos cometeram o erro de não ter desenvolvido, a respeito destes assuntos, uma paciente investigação experimental e “de se ter deixado seduzir pelas opiniões dos astrólogos” (ibid: 48-56).

Portanto, dentro do contexto filosófico mais geral da solidariedade entre as coisas, da simpatia e antipatia, apresentam-se posições diferentes. daquelas noções era possível fazer *usos* diferentes, relacionando-as a uma visão mística da realidade ou servindo-se delas como critérios ou hipóteses para uma investigação “experimental” sobre a natureza.

SEGREDOS E SABER PÚBLICO

A fim de captar a diferença, que é totalmente evidente, entre a *magia* praticada na Renascença e a *ciência* moderna, é preciso refletir, não apenas sobre os conteúdos e métodos, mas também sobre as imagens do saber e sobre as imagens do sábio. No nosso mundo existem certamente muitos segredos, e com base nisso vivem muitos teóricos e práticos dos *arcana imperii*. Todavia, há também numerosíssimas dissimulações e com frequência nem sempre “honestas”. É verdade que também na história da ciência apareceram

vários dissimuladores. Entretanto é preciso ressaltar que, depois da primeira revolução da ciência, tanto na literatura científica como também na literatura da própria ciência não existe e nem poderá mais existir – ao contrário do que aconteceu amplamente e ainda ocorre no mundo da política – um *elogio* ou uma avaliação positiva da dissimulação. Dissimular, isto é, não tornar públicas as próprias opiniões significa somente fraudar ou trair. Por isso, na medida em que os cientistas constituem uma comunidade, podem ser obrigados ao segredo, mas devem, precisamente, ser forçados. Quando ocorre esse tipo de coação, eles protestam de várias maneiras ou, como aconteceu também no século passado, eles até se revoltam decididamente contra tal coação. Por exemplo, a preposição *de* na expressão lingüística “leis de Kepler” não significa de modo algum uma propriedade, mas serve apenas para perpetuar a lembrança de um grande personagem. O segredo, para a ciência e no âmbito da ciência, tornou-se um *desvalor*.

capítulo 3



ENGENHEIROS

A PRAXE E AS PALAVRAS

No seu aviso aos leitores, posto como premissa aos seus *admirables*, publicados em Paris em 1580, ao atacar os professores da Sorbone Bernard Palissy indagava: é possível que um homem possa chegar ao conhecimento dos efeitos naturais sem jamais ter lido livros escritos em latim? Palissy era um aprendiz vidraçeiro que, procurando o segredo do esmalte branco para aplicar nas cerâmicas, alcançara a celebridade, chegando, porém, em seguida, à beira da ruína. Na sua vida aventureira ele projetara várias máquinas que jamais conseguiu realizar; várias vezes correu o risco de morrer de fome e de ser condenado à morte. Acabou morrendo na Bastilha em 1589 ou em 1590. À pergunta que se pusera, Palissy respondia afirmativamente o seguinte: a praxe pode mostrar que as doutrinas dos filósofos (inclusive os mais famosos) podem ser falsas. O laboratório e o museu de objetos naturais e artificiais que Palissy organizou pode ensinar mais filosofia do que se possa aprender, freqüentando a Sorbone ou por meio da leitura dos antigos filósofos (Palissy, 1880).

Um ano após a publicação dos *Discours* de Palissy, foi publicado em Londres um pequeno volume intitulado *The New Atractive, Containing a Short Discourse of the Magnet or Lodestone*: um trabalho sobre o mag-

netismo e a declinação da agulha magnética que seria utilizado por William Gilbert. O autor deste opúsculo era Robert Norman (ca. 1560-1596), um marinheiro inglês que, depois de transcorrer cerca de vinte anos nos navios, dedicara-se à construção e ao comércio das bússolas. Norman qualifica a si próprio de "matemático não instruído" que coletou uma grandíssima quantidade de informações no decorrer da sua profissão. Decidiu, então, arriscar o seu bom nome e desafiar as calúnias dos adversários para propor à avaliação pública os resultados do seu trabalho. A sua intenção era trabalhar para a glória de Deus e em prol da Inglaterra. O leitor deve lembrar sempre que ele é um simples marinheiro, incapaz de sustentar uma disputa com os profissionais da lógica ou dar uma explicação satisfatória das causas do magnetismo terrestre. Norman tem o senso exato de uma oposição fundamental entre as suas pesquisas e as pesquisas dos "homens letrados". Tais indivíduos elaboram conceitos muito sofisticados e gostariam que todos os mecânicos fossem obrigados a entregar a eles todos os próprios conhecimentos. Por sorte, conclui Norman, "neste país existem muitos mecânicos que conhecem com perfeição o uso das suas artes e são capazes de aplicá-las para alcançar os seus diversos objetivos com a mesma eficiência que pretendem ter os que gostariam de condená-los" (Norman, 1581: Prefácio).

Idéias deste tipo penetram rapidamente também no mundo dos homens cultos. De fato, podemos encontrar esses mesmos conceitos expressos talvez com menor ingenuidade, mas com igual energia, em um filósofo como Juan Luis Vives (1492-1540), amigo de Erasmo e de Thomas Moro, preceptor na corte inglesa, e homem de vasta cultura que escreve para o público refinado dos humanistas. No tratado *De tra-*

dendis disciplinis (1531) convida os estudiosos europeus a prestar séria atenção aos problemas relativos às máquinas, à tecelagem, à agricultura e à navegação. Superando o seu menosprezo tradicional, o homem de letras deve visitar as oficinas e as fazendas, fazer perguntas aos artesãos e procurar tomar conhecimento dos detalhes do seu trabalho. Por isso, no livro *De causis corruptarum artium* (1531), escreve que a ciência da natureza não é monopólio dos filósofos e dos dialéticos. De fato, a ciência é conhecida melhor pelos mecânicos do que por eles, pois os mecânicos jamais construíram para si entidades imaginárias como as *formas* e as *heceidades* (a última realidade do ser).

Por isso Palissy, Norman e Vives, embora se situem em níveis culturais diferentes e persigam diferentes objetivos, dão expressão à exigência de um saber no qual a atenção para as obras e a pesquisa empírica fossem dominantes em lugar de um saber exclusivamente verbal. Esta mesma exigência está presente em um dos grandes textos da nova ciência. No *De corporis humani fabrica* (1543) Andrea Vesalio toma energicamente posição contra a dicotomia que se criou na profissão do médico: de um lado, o professor que fica cuidadosamente longe do cadáver a seccionar, falando do alto de uma cátedra e consultando livros, e, por outro lado, um seccionador que desconhece qualquer teoria e é rebaixado à categoria de açougueiro.

Os textos que acabamos de lembrar remontam ao século XVI, é mais exatamente a um período de cinquenta anos que vai de 1530 a 1580. Nos escritos de um artesão parisiense, de um marinheiro inglês, de um filósofo espanhol e de um cientista flamengo ligado à tradição cultural italiana está presente uma temática comum: os processos dos artesãos, dos artistas e dos

engenheiros têm valor para fins do progresso do saber. Por isso é preciso reconhecer a dignidade dos seus trabalhos como fatos culturais (cf. Rossi, 1971: 9-77).

ENGENHEIROS E TEATROS DE MÁQUINAS

Muitas traduções do século XVI de textos clássicos em língua vernácula se dirigem explicitamente ao público emergente dos artesãos. Jean Martin que, em 1547, traduz para o francês os tratados sobre a arquitetura de Vitruvius (I séc. aC) visa a alcançar os operários e as outras pessoas que não têm condição de ler o latim. Walter Rivius que, em 1548, apresenta o mesmo texto em alemão, dirige-se aos artesãos, marceneiros, arquitetos e tecelões. Os numerosos comentários sobre Vitruvius oferecem um claro exemplo do significado e da importância de tais "reapresentações" de clássicos entre os quais é forçoso lembrar pelo menos *Os dez livros da arquitetura de Vitruvius traduzidos e comentados* por um nobre veneziano, Daniele Barbaro (Veneza 1556).

Entrando em contato com os ambientes da cultura humanista e com a herança do mundo clássico, não poucos entre os artesãos mais desenvolvidos procuram nas obras de Euclides, Arquimedes, Herão e Vitruvius uma resposta para os seus problemas. Como todos sabem, a literatura dos séculos XV e XVI é extraordinariamente rica de tratados de caráter técnico, a ponto de se constituírem, por vezes, verdadeiros e próprios manuais, ao passo que, em outros casos, contêm somente reflexões espalhadas sobre o trabalho desenvolvido por artistas ou por "mecânicos", ou mesmo sobre os procedimentos usados nas várias artes. A esse tipo de bibliografia, produzida por engenheiros, artistas e artesãos aprimorados pertencem os escritos

de Filippo Brunelleschi (1377-1446), Lorenzo Ghiberti (1378-1455), Piero della Francesca (1406-92 aprox.), Leonardo da Vinci (1452-1519), Paulo Lomazzo (1538-1600); os tratados de Konrad Keyser (1366-1405) sobre máquinas de guerra; as obras sobre a arquitetura de Leon Batista Alberti (1404-72), Francisco Averlino dito o Filarete (1416-70), Francesco di Giorgio Martini (1439-1502); o livro sobre as máquinas militares de Roberto Valturio de Rimini (publicado em 1472 e em seguida reimpresso em Verona em 1482 e 1483, em Bologna em 1483, em Veneza em 1493, bem como quatro vezes em Paris entre 1532 e 1555); os dois tratados de Albrecht Dürer (1471-1528) sobre a geometria descritiva (1525) e sobre as fortificações (1527), a *Pirotechnia* de Vannoccio Biringuccio (ca. 1480-1539) editada em 1540 e publicada novamente em duas edições latinas, três francesas e quatro italianas; a obra sobre a balística (1537) de Nicolau Fontana dito Tartaglia (ca. 1500-57); os dois tratados de engenharia de Georg Bauer ou Jorge Agrícola (ca. 1494—1555) que foram publicados em 1546 e em 1556; o *Théâtre des instruments mathématiques et mécaniques* (1569) de Jacques Besson; o livro *Diverse et artificieuse machine* (1588) de Agostinho Ramelli (1531-90); a obra *Mechanicorum libri* (1577) de Guidobaldo del Monte; os três livros sobre a mecânica de Simon Stevin ou Stevius (1548-1620); o livro *Machinae novae* (1595) de Fausto Veranzio (1551-1617); o *Novo Teatro di machine et edifici* (1607) de Vittorio Zonca (1568-1602); os tratados sobre navegação de Thomas Hariot (1560-1621) e de Robert Hues (1553-1632) publicados respectivamente em 1594 e em 1599).

Em face deste universo de obras publicadas é fácil concluir que as universidades e os conventos deixaram de ser os únicos lugares onde se produz e se elabora a cultura. Na verdade, nasce um tipo de saber

que tem a ver com a projeção de máquinas, com a construção de instrumentos bélicos de ataque e de defesa, com as fortalezas, os canais, as barragens, a extração de metais das minas. Os que elaboram esse tipo de saber, os engenheiros ou artistas-engenheiros passam a assumir uma posição de prestígio igual ou mesmo superior ao do médico, do mágico, do astrônomo da corte e do professor universitário. Leon Batista Alberti é pintor, escultor, arquiteto, urbanista e humanista refinado. Ele acha que a matemática (teoria das proporções e teoria da perspectiva) é o terreno comum tanto para a obra do artista como também para a obra do cientista. A visão em perspectiva, que é própria do pintor, é uma ciência assim como a pintura é ciência. A "razão" e a "regra" se juntam com a "obra" no trabalho do arquiteto, enquanto o elogio do arquiteto se transforma na exaltação do trabalho do engenheiro que é capaz de perfurar montanhas e de desviar enormes massas de água e de rocha, bem como drenar pântanos, disciplinar o curso dos rios, construir navios, pontes e máquinas de guerra.

LOJAS

Como F. Antal nos lembrou (Antal, 1960), no século XIV a arte era considerada um trabalho manual. Quase todos os artistas das primeiras décadas do século XV vêm de ambientes artesanais, camponeses e de pequenos burgueses. Assim, Andréa del Castagno é filho de um camponês, Paulo Uccello é filho de um barbeiro, Filippo Lippi de um açougueiro, os Pollaiuolo (como o nome indica) de um vendedor de frangos. Nos primeiros anos do referido século escultores e arquitetos, em Florença, eram membros da corporação

menor dos pedreiros e carpinteiros, ao passo que os pintores eram inscritos na corporação maior dos médicos e farmacêuticos (sendo classificados no âmbito da arte) juntamente com os pintores de paredes e os moedores de tintas. Das lojas, onde iniciava o aprendizado prático com trabalhos manuais (moagem das tintas, preparação das telas etc), não só saíam quadros renomados, mas também emblemas, bandeiras, gravuras, modelos para tapeceiros e bordadores, trabalhos em terracota e objetos de ourivesaria. Os arquitetos não eram somente construtores de edifícios, mas se ocupavam também de aparelhos mecânicos e máquinas de guerra, bem como da preparação dos palcos, das "máquinas" e de aparelhagens complicadas para procissões e para festas.

Na época de Giorgio Vasari, em meados do século XVI, encargos do tipo artesanal já não parecem mais conciliáveis com a dignidade do artista. Carlos V se abaixa para apanhar o pincel que Tiziano deixou cair: tal gesto, histórico ou lendário que seja, é o símbolo da passagem dos "artistas" para um novo *status* social. Mas antes que a figura do artista fosse identificada com a figura do "gênio", autor de obras-primas destinadas à vida imortal, justamente nas lojas de Florença do século XV se realizara, como jamais acontecera no passado, a fusão entre o trabalho manual e a teoria. Algumas lojas (como por exemplo aquela de Lorenzo Ghiberti durante a preparação das portas do Batistério) se transformavam em verdadeiros e próprios laboratórios industriais. Em tais lojas, que são ao mesmo tempo oficinas, formam-se os pintores e os escultores, os engenheiros, os técnicos, os construtores e projetistas de máquinas. Ao lado da arte de misturar as cores, cortar as pedras, fundir o bronze, junto com o ensino da pintura e da escultura, são ensinados con-

ceitos básicos de anatomia e de ótica, de perspectiva e geometria. A cultura dos "homens sem letras" deriva de uma educação prática que se remete a várias fontes, passando assim a conhecer fragmentos dos grandes textos da ciência clássica e gloriando-se de fazer referências a Euclides e Arquimedes. O saber empírico de personagens como Leonardo tem atrás de si um ambiente deste tipo.

LEONARDO

Leonardo da Vinci (1452-1519, pintor e engenheiro, construtor e projetista de máquinas, homem "sem letras" e filósofo, para os modernos se tornou, não injustamente, o símbolo do homem de conhecimentos múltiplos, um exemplo real de superação da antiga separação entre artes mecânicas e artes liberais, entre a praxe e a teoria, entre as atividades manuais e as atividades da mente. Os seus interesses juvenis são ligados ao costume das lojas do século XV e desta sua familiaridade artesã com as características dos materiais nasce justamente a consciência, que nele permanece sempre viva, da conjunção necessária da praxe com a teoria. As ciências que "começam e terminam na mente" não possuem a verdade, porque nos discursos puramente mentais "não ocorre a experiência; sem a qual nada oferece certeza de si mesmo". Todavia é também verdade, reciprocamente, que não se adquire tal certeza a não ser lá onde podem ser aplicadas as matemáticas e que aqueles que se apaixonam pela praxe sem a ciência "são como os pilotos que entram num navio sem timão ou bússola, e que nunca têm certeza para onde estão indo" (Solmi, 1889: 84, 86). Não tem absolutamente sentido censurar Leonardo, acusando-o de ambigüidade ou incertezas. O fato

de defender, como ele fazia, a convergência entre praxe e teoria significava tomar posição vez por vez contra os defensores da mera teoria ou contra aquele adversário que (usando as mesmas palavras de Leonardo) "não quer muita ciência, porque lhe basta a prática". Após se filiar à corporação dos pintores em 1472, Leonardo permaneceu até 1476 na loja de Verrocchio.

Em 1482, Ludovico Sforza convidou Leonardo a Milão para executar trabalhos de escultura e fundição. Após aceitar do conde de Ligny o encargo de preparar um projeto sobre a defesa militar da Toscana, em consequência da queda de Sforza, teve que deixar Milão e se refugiar em Mântua. Naquele ano de 1499, foi contratado pelos venezianos para assumir o cargo de engenheiro militar. Depois de um período de vida "sem rumo certo" (durante o qual fica um tempo também em Florença), em 1502, passa ao serviço de César Borgia, na função de engenheiro militar. Em um caderno de apontamentos (conhecido como "manuscrito L") faz anotações e desenha tudo o que desperta o seu interesse em seus deslocamentos contínuos por vários lugares da Itália central. Após a queda de Valentino, em 1503, retorna a Florença: é o período em que produz a *Gioconda* e a obra inacabada denominada de *Battaglia d'Anghiari*. O grandioso projeto de desvio do rio Arno e de um porto em Florença foi interrompido pela guerra entre Florença e Pisa. Em 1506 se encontra de novo em Milão, ao serviço do Rei da França, organizando os festejos para a entrada de Luís XII em Milão. Permanece em Milão até 1513, ano em que os franceses se retiram da cidade; logo em seguida se transfere para Roma, a serviço do Papa Leão X. Em 1516, convidado por Francisco I, deixa a Itália para se estabelecer na França, onde ficou até a sua morte, exercendo a função de engenheiro, arquiteto e mecânico.

Falou-se justamente, de modo especial com relação à segunda estada na cidade milanesa, portanto, na fase da sua maturidade, de um deslocamento progressivo de Leonardo para a teoria (Brizio, 1954: 278). Com certeza é possível ressaltar o fato de que os complexos projetos de Leonardo referentes a bombas, diques, correção e canalização de rios nascem neste período, mas por este motivo não se pode certamente, como muitos fizeram, procurar no pensamento deste grandíssimo artista e letrado o ato de fundação do método experimental e da nova ciência da natureza. Na verdade, após tanta insistência sobre o "milagre" Leonardo, não sem razão foi lembrado o seu absoluto menosprezo pela tipografia e pela imprensa, ressaltando-se além disso o fato de que a avaliação que foi feita dos códices de Leonardo na época da sua publicação foi devida ao escasso – ou quase nulo – conhecimento que havia naquela época da efetiva situação do saber científico do século XVI. A pesquisa de Leonardo, que é extraordinariamente rica de intuições fulgurantes e de concepções geniais, jamais vai além do nível das *experimentações curiosas* para chegar àquela sistematicidade que é uma das características fundamentais da ciência e das técnicas modernas. A sua imagem, sempre oscilante entre a experimentação e a anotação, aparece como esfarelada e pulverizada em uma série de breves notas, observações espalhadas, apontamentos escritos para si próprio em uma simbologia muitas vezes obscura e intencionalmente não transmissível. De fato, sempre movido pela curiosidade relativa a um problema particular, Leonardo não tem nenhum interesse em trabalhar para um *corpus* sistemático de conhecimentos, como também não tem a preocupação (que é também uma dimensão fundamental daquilo que chamamos de técnica e ciência) de transmitir, ex-

plicar e provar para os outros as próprias descobertas. A partir deste ponto de vista, também as numerosas e famosas máquinas projetadas por Leonardo retomam as suas proporções reais e parecem construídas não tanto como instrumentos para aliviar a fadiga dos homens e aumentar o seu poder sobre o mundo, mas visando a objetivos passageiros: festejos, diversões e atrações mecanizadas. Não é por acaso que Leonardo está mais preocupado com a *elaboração* do que com a *execução* dos seus projetos. Aquelas máquinas correm continuamente o risco de se tornarem "brinquedos", enquanto o conceito de "força" (a respeito do qual se insistiu tanto) certamente está mais ligado à temática hermética e ficiniana da animação universal do que ao nascimento da mecânica racional.

Entretanto, não se deve esquecer que nas anotações deixadas por Leonardo se encontram continuamente afirmações que, mesmo em contextos diferentes, voltariam a circular com força no âmbito da época moderna. Assim, por exemplo, a idéia de uma necessária combinação entre a matemática e a experiência, bem como as dificuldades de se avaliar aquela relação; a polêmica muito firme contra as vãs pretensões da alquimia; o ataque contra "os declamadores e os trombeteiros das obras alheias"; o protesto contra a referência às autoridades que é próprio de quem usa a memória em lugar da inteligência; a imagem de uma natureza "que não quebra suas leis", aparecendo como uma corrente admirável e inexorável de causas; a afirmação de que os resultados da experiência são capazes de "impor o silêncio às línguas dos contestadores" e ao "eterno alarido" dos sofistas. Na verdade, seria fácil citar passagens específicas, como, por exemplo: a "certeza que é dada aos olhos" e os "doutores da memória" de Galileu Galilei, a sua imagem da nature-

za "surda aos nossos vãos desejos" que produz os seus efeitos "em formas por nós impensáveis". E ainda: a rejeição, por parte de Bacon, do saber dos meros empíricos, bem como da sua imagem do homem que é dono da natureza somente se for capaz de obedecer às suas leis inexoráveis.

Entretanto, a imagem (que ficou dominando durante longo tempo) de uma espécie de "infância da ciência" da qual Leonardo seria a expressão deve ser sem dúvida rejeitada. Mas também a longa insistência sobre as admiráveis "experiências precursoras" e sobre o "milagre" Leonardo deveria ser explicada de alguma forma. Assim, aquela metáfora da infância, embora em um nível diferente daquele dos "testes precursores", é rica de sugestões. Na verdade, as grandes escolhas que estão na raiz da ciência moderna (o matematicismo, o corpuscularismo, o mecanicismo) levaram o conceito tanto daquilo que chamamos arte, como também daquilo que chamamos ciência a percorrer caminhos diferentes, dirigindo-se segundo perspectivas que tendem a divergir fortemente e a se afastarem progressivamente uma da outra. Tentar reaproximá-las e juntá-las de novo é um empreendimento que parece não ter mais nenhum sentido. Os desenhos e as pinturas de Leonardo, no entanto, não são um simples instrumento de uma pesquisa científica que tem a sua metodologia em outro lugar. Na verdade, muitos daqueles desenhos de rochas, plantas, animais, nuvens, partes do corpo humano, rostos, movimentos de ares e de águas são eles próprios "atos de conhecimentos científicos, quer dizer, investigação crítica em torno da realidade natural" (Luporini, 1953: 47). Os manuscritos de Leonardo que chegaram até nós – as suas anotações, os seus desenhos e aquela irrepetível e extraordinária mistura de textos e de desenhos – nos dão

a possibilidade de nos apresentarmos como que diante de um limiar: isto é, estarmos diante daqueles homens e daquele ambiente em que aquela aproximação e aquela compenetração (para nós impossível e ilusória) entre ciência e arte não só pareceram possíveis, mas se configuraram como reais.

"FÁBRICA" E "DISCURSO"

O livro "*Pirotechnia*" de Biringuccio (1540) é um dos maiores textos do século XVI sobre a técnica. Em nome da fidelidade a um ideal descritivo, Biringuccio rejeita qualquer tentativa de enfeite retórico. Pensa que os alquimistas pertencem àquela classe de pessoas que tentam ocultar atrás de "mil histórias" a ignorância substancial dos assuntos de que tratam. Incapazes de uma pesquisa sobre os "meios", os alquimistas têm um desejo imediato de riqueza e olhando demasiado longe, não enxergam "os intermediários" (Biringuccio, 1558: 6v, 7v). Ao contrário de Biringuccio Georg Bauer (Agricola) é um homem de vasta cultura e de interesses múltiplos. Nascido em Glauchau, na Saxônia, em 1494, estudou em Lipsia, Bologna e Veneza. Em 1527 começou a praticar medicina em Joachimstal (na Boêmia), uma região que na época era uma das maiores áreas de mineração da Europa. Prefeito de Chemnitz, foi encarregado de várias missões políticas na corte do imperador Carlos e do Rei Ferdinando da Áustria, e gozou da estima de Erasmo e de Melanchton. As obras "*De ortu e causis subterraneorum*" e "*De natura fossilium*" aparecem entre os primeiros tratados sistemáticos de geologia e mineração. O tratado "*De re metallica*" publicado em 1556, um ano após a morte de seu autor, continuou sendo du-

rante dois séculos a obra fundamental de técnica mineral. No Potosí, que forneceu ouro e prata para toda a Europa, a obra de Georg Bauer foi considerada uma espécie de Bíblia e foi afixada nos altares das igrejas a fim de que os mineiros conjugassem a solução de um problema técnico a um ato de devoção. Os doze livros da obra tratam de todos os processos da extração, fusão e lavra dos metais. A começar, portanto, da descoberta dos veios e da sua direção, seguem tratando das máquinas e dos instrumentos, bem como da administração, do teste do ouro e dos fornos. No livro porém, além disso, consta também a consciência de uma crise séria da cultura que nasce de um afastamento das coisas e de uma degeneração da linguagem. "Eu não escrevi coisa alguma que antes não tenha visto, lido ou não tenha examinado com total diligência quando tal coisa me foi narrada por outrem". A partir desta base, portanto, ele critica severamente a obscuridade lingüística intencional bem como a arbitrariedade terminológica dos alquimistas cujos livros são "todos obscuros", porque aqueles autores indicam as coisas com nomes "estranhos e inventados pela própria cabeça, de maneira que ora um ora outro imaginaram nomes diferentes para a mesma coisa" (Bauer, 1563: 4-6 do Prefácio).

No seu comentário a Vitruvio (1556), Daniele Barbaro se colocou com muita clareza o seguinte problema: "Por que os práticos não conseguiram adquirir crédito? Porque a arquitetura nasce do discurso. Por que os letrados? Porque a arquitetura nasce da fábrica [...]. Para ser arquiteto, que é uma classe artesã, exige-se ao mesmo tempo o discurso e a fábrica" (Vitruvio, 1556: 9). A união efetiva entre *discurso* e *fábrica*, entre *criatividade* e *artesanato* apresenta na realidade problemas relevantes. Por exemplo, a importância

destes problemas foi percebida perfeitamente também por Bonaiuto Lorini que prestou serviço como engenheiro militar a Cosimo dei Medici e à República de Veneza. Em uma página do seu tratado *Delle fortificazioni* (1597) aborda o problema da relação entre o trabalho do "puro matemático especulativo" e o trabalho do "mecânico prático". O matemático trabalha com linhas, superfícies e corpos "imaginários e separados pela matéria". As suas demonstrações "não respondem tão perfeitamente quando são aplicadas às coisas materiais" porque a matéria com que o mecânico trabalha traz sempre dificuldades consigo". O critério e a habilidade do mecânico consiste em saber prever as dificuldades e os problemas que decorrem da diversidade das matérias com que é necessário trabalhar (Lorini, 1597: 72). A partir deste problema das relações entre as "imperfeições da matéria" e as "puríssimas demonstrações matemáticas" se abriam também os *Discorsi intorno a due nuove scienze* de Galileu Galilei.

Uma mistura característica de modelos idealizados e considerações "físicas", bem como uma referência insistente e direta a Arquimedes caracterizam as pesquisas de Simon Stevin (1548-1620), conhecido pelo nome latino de Stevinus, nascido em Bruges e falecido em Haia. Os seus contemporâneos ficaram estarrecidos ao verem um carro a velas que ele construiu para diversão do príncipe de Orange, exibindo-se na praia de Scheveningen. Stevin em seus escritos trata de aritmética e geometria, ocupa-se em fortificações, projeta e constrói máquinas e moinhos movidos à água, publica tabuadas para calcular juros, no escrito *De Thiende* (O décimo, 1585) ocupa-se da noção das frações decimais e na obra *De Havenvindig* (1599) trata da determinação da longitude. Na sua opinião o holandês seria uma das línguas mais antigas do mundo e

teria qualidades de concisão desconhecidas em outras línguas. Cuidando-se cada vez mais na busca de clareza, ele se dirige de preferência a um público constituído por artesãos. Por estas duas razões publica os seus escritos em vernáculo. Os três livros dos *Beghinselen der Weeghconst* (*Elementos da arte de pesar*) publicados em 1586, fazem referência no título à *scientia de ponderibus* da Idade Média. Traduzido para o latim nos *Hypomnemata mathematica* (1605-1608), em 1634 foram publicados também numa tradução francesa.

UM SABER CAPAZ DE DESENVOLVIMENTO

Nos escritos dos artistas e dos práticos do século XV e mais tarde nos tratados de engenharia mineradora, arte da navegação, balística e técnicas das fortificações do século seguinte, abre caminho não só (como já vimos) uma nova consideração do trabalho manual e da função cultural das artes mecânicas, mas se afirma também a imagem do saber como construção progressiva, posto que tal saber é constituído por uma série de resultados que alcançam, um após outro, um nível de complexidade ou de perfeição cada vez maior.

Também nesta perspectiva o saber dos técnicos é construído como uma grande alternativa histórica ao saber dos mágicos e dos alquimistas bem como à imagem do saber que é característico da tradição herméutica. No âmbito desta tradição se acredita que os sábios tenham sempre continuado a afirmar, no decorrer dos milênios, as mesmas verdades imutáveis. A verdade não emerge da história e do tempo: ela é a perene revelação de um *logos* eterno. A história é um tecido só aparentemente variado, pois nela está presente uma única e imutável *sabedoria*. Nas obras dos

mecânicos, no entanto, tal perspectiva aparece totalmente invertida. As artes mecânica – escreve Agostinho Ramelli no prefácio da obra *Diverse et artificiose machine* (1588) – nasceram das necessidades e da fadiga dos primeiros homens empenhados em defender a própria vida em um ambiente hostil. O seu desenvolvimento sucessivo não se assemelha ao movimento impetuoso dos ventos que afundam os navios no mar diminuindo em seguida até desaparecer. Ao contrário, tal desenvolvimento se assemelha ao curso dos rios que nascem pequenos, chegando ao mar grandes e poderosos, enriquecidos pelas águas dos seus afluentes (Ramelli, 1588: Prefácio). Na dedicatória posta no *Tratado sobre as proporções do corpo humano* (1528) Albrecht Dürer esclarecera as razões pelas quais, apesar de não ser um cientista, ousara enfrentar um tema tão elevado. Decidiu publicar o livro, arriscando a maledicência, para benefício público de todos os artesãos e para induzir outros a fazerem o mesmo “de modo que os nossos sucessores possam ter algo para aperfeiçoar e fazer progredir” (Dürer, 1528: *Dedicatória*). O cirurgião parisiense Ambroise Paré (1510-99), mesmo não sabendo nada de latim e sendo autodidata, mal visto na faculdade, afirma que não é necessário repousar nas fadigas dos antigos porque “existem mais coisas a descobrir do que aquelas que foram descobertas e as artes não são tão perfeitas que não se possa acrescentar a elas algo mais” (Paré, 1840: I, 12-14).

Filósofos como Bacon, Descartes, Boyle levariam as próprias idéias ao nível da conscientização filosófica – inserindo-as em contextos teóricos de grande destaque, apesar de tais idéias terem nascido em ambientes não filosóficos, isto é, em contextos considerados com hostilidade, ou até mesmo com desprezo, pela cultura das universidades.

ARTE E NATUREZA

A imagem positivista de Bacon "fundador da ciência moderna" com certeza já esgotou o seu tempo. Todavia continua sendo absolutamente verdade que ele leva para o nível filosófico temas e idéias que foram se afirmando à margem da ciência oficial, isto é, naquele mundo de técnicos, construtores e engenheiros a que pertenceram homens como Biringuccio e Bauer. A avaliação das artes mecânicas feita por Bacon é baseada em três pontos: 1) elas servem para revelar os processos da natureza e são uma forma de conhecimento; 2) as artes mecânicas se desenvolvem sobre si próprias, quer dizer, ao contrário de todas as outras formas do conhecimento tradicional, elas constituem um saber progressivo, e crescem tão rapidamente "que os desejos dos homens se acabam antes mesmo que elas tenham alcançado a perfeição"; 3) nas artes mecânicas, ao contrário do que ocorre nas outras formas de cultura, vigora a colaboração, tornando-se uma forma de saber coletivo; de fato, nelas convergem as capacidades criativas de muitos, ao passo que nas artes liberais os intelectos de muitos se submetem ao intelecto de uma única pessoa e os adeptos, na maioria das vezes, corromperam tal saber em lugar de fazê-lo progredir".

Por isso, Robert Boyle (1627-91) – um seguidor do pensamento de Bacon – repetidas vezes quis contrapor o livro da natureza, a oficina dos artesãos e a sala de anatomia às bibliotecas, aos estudos dos letrados e dos humanistas e às pesquisas meramente teóricas; na verdade, a sua polêmica na maioria dos casos beira uma espécie de primitivismo científico. No livro *Considerations Touching the Usefulness of Experimental Natural Philosophy* (1671), Boyle dá forma coerente e de-

finitiva aos interesses e às aspirações dos grupos baconianos. As experiências realizadas pelos teóricos nos seus laboratórios têm características notáveis de esmero, mas nas experiências realizadas pelos artesãos nas suas oficinas, a carência de um maior cuidado é compensada por uma maior diligência. Uma quarta parte dos ensaios que compõem as *Considerations* tem um título muito significativo: "os bens da humanidade podem ser aumentados grandemente por causa do interesse dos filósofos naturais pelos mistérios".

A idéia de que o trabalho dos mecânicos teria trazido uma certa luz às teorias, já presente em Bacon, é expressa com muita clareza por Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), ao referir-se à obra de Galilei e de Harvey. Em um escrito intitulado *Initia et specimina scientiae novae generalis pro instauratione et argumentis scientiarum ad publicam felicitatem*, Leibniz afirma que os progressos realizados nas artes mecânicas são ainda em grande parte ignorados pelos homens cultos. Por um lado os técnicos não têm clareza quanto aos usos que podem ser feitos das suas experiências e, por outro lado, os cientistas e os teóricos ignoram que muitos dos seus *desiderata* poderiam ser realizados pelo trabalho dos mecânicos. Entretanto, o programa de uma história das artes era retomado com amplitude maior na obra *Discours touchant la méthode de la certitude et l'art d'inventer*: isto é, os conhecimentos não escritos e não codificados, espalhados entre os homens que desenvolvem atividades técnicas de vária natureza superam de longe, pela quantidade e pela importância, tudo aquilo que se encontra escrito nos livros. A parte melhor do tesouro que está à disposição da raça humana não foi ainda registrada. Por outro lado, não há uma arte mecânica tão *méprisable* que não possa oferecer observações e materiais de importância fundamental

para a ciência. Na verdade, precisamos de um verdadeiro e próprio *teatro da vida humana* extraído da prática dos homens para que se uma das artes fosse perdida nem todas as nossas bibliotecas poderiam remediar tal fato. Por isso Leibniz achou que *fixar por escrito* os procedimentos dos artesãos e dos técnicos era uma das tarefas mais urgentes da nova cultura.

Nas páginas que Jean d'Alembert (1717-83) colocou como introdução à grande *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des artes e des métiers* (1751) está presente a consciência de que aquele grande empreendimento levava ao cumprimento um dos programas que tinha origens históricas específicas. Na enciclopédia de William Chambers, escrevia d'Alembert, no que se refere às artes liberais encontramos um verbete sobre o qual havia muitas páginas, mas no que se refere às artes mecânicas fomos obrigados a fazer tudo de novo. Chambers leu somente livros, mas nunca viu artesãos e há coisas que se aprendem somente nas oficinas. No ensaio *Prospectus* de 1750, Denis Diderot (1713-84) expressara a mesma exigência de captar ao vivo aqueles métodos de trabalho: "Nós nos dirigimos aos operários mais habilidosos de Paris e de toda a França e assumimos o compromisso de ir visitar as suas oficinas, interrogá-los, redigir o que eles ditavam, desenvolver os seus pensamentos, referir os termos próprios da sua profissão, compilar as suas tabuadas, defini-los..." (Diderot, 1875-77: XIII, 140). No verbete *Art*, Diderot ressaltava os maus efeitos decorrentes da distinção tradicional das artes em liberais e mecânicas. De fato, nasceu daí o preconceito de que "dirigir-se aos objetos sensíveis e materiais, constitua uma derrogação da dignidade do espírito". Mas tal preconceito – ele acrescentava – "encheu as cidades de orgulhosos pensadores e de inúteis especula-

dores e os campos de pequenos tiranos ignorantes, ociosos e elitistas". A polêmica em defesa das artes mecânicas se conectava com o grande tema da igualdade política.

DÉDALO E O LABIRINTO

Incontáveis filósofos, divulgadores e jornalistas do nosso tempo colocaram a modernidade inteira sob o signo de uma exaltação perigosa e inaceitável da técnica e viram em Francis Bacon o pai espiritual daquele "tecnicismo neutro" que estaria na fonte dos processos de alienação e comercialização típicos da modernidade. Mas a verdade é exatamente o contrário. De fato, na inteira e vasta bibliografia sobre a técnica e sobre o seu caráter ambíguo há bem poucas páginas que podem ser comparadas com aquelas escritas pelo Lord Chanceler na interpretação (que remonta à data de 1609) do mito de *Daedalus sive mechanicus*. A imagem de Dédalo é a de um homem extremamente inteligente mas execrável. O seu nome é celebrado principalmente pelos "inventos ilícitos": a máquina que permitiu a Pasífe se acoplar com um touro e gerar o Minotauro devorador de jovens; o Labirinto excogitado para esconder o Minotauro e para "proteger o mal com o mal". Do mito de Dédalo são tiradas conclusões de caráter geral: as artes mecânicas geram ajudas para a vida mas, ao mesmo tempo, "instrumentos do vício e da morte". Na concepção de Bacon, o aspecto característico do saber técnico é o seguinte: enquanto se coloca como possível produtor do mal e do negativo, ao mesmo tempo e em conjunto com o negativo, oferece a possibilidade de um diagnóstico do mal e de um remédio do mal. Dédalo, de fato, construiu também "re-

médios para os crimes". Foi o autor do engenhoso recurso do fio capaz de desvendar os meândros do Labirinto: "Aquele que inventou os meândros do Labirinto, mostrou também a necessidade do fio. As artes mecânicas são na verdade de uso ambíguo e podem produzir ao mesmo tempo o mal e oferecer um remédio para o mal" (Bacon, 1975: 482-83).

Para os expoentes da revolução científica, a restauração do poder humano sobre a natureza, bem como o avanço do saber têm valor somente se realizados em um contexto mais amplo que concerne à religião, à moral e à política. A "teocracia universal" de Tomás Campanella, a "caridade" de Francis Bacon, o "cristianismo universal" de Leibniz, a "paz universal" de Comênio não são separáveis dos seus interesses e dos seus entusiasmos pela nova ciência. Na verdade, constituem outros tantos âmbitos dentro dos quais o saber científico e técnico deve operar para funcionar como instrumento de resgate e de libertação. Por isso, tanto para Bacon e Boyle, quanto para Galilei, Descartes, Kepler, Leibniz e Newton a vontade humana e o desejo de dominação não constituem o princípio mais alto. A natureza é, simultaneamente, objeto de domínio e de respeito. Ela pode ser "torturada" e dobrada ao serviço do homem, mas ela é também "o livro de Deus" que deve ser lido com espírito de humildade.



COISAS JAMAIS VISTAS

A IMPRENSA

Estamos tão acostumados com aquela atividade individual que é a leitura de livros, realizada no silêncio e no isolamento, a tal ponto de ser difícil nos conscientizarmos que aquele objeto familiar que temos em mãos possa ter surgido como uma novidade revolucionária. O livro, na verdade, foi um invento que não só iria difundir de uma forma antes impensável as idéias e o saber, mas ao mesmo tempo iria substituir a leitura de textos desprovidos de pontuação, outrora realizada na maioria das vezes coletivamente e efetuada provavelmente em voz alta (McLuhan, 1967). Com frequência encontramos colocadas uma ao lado da outra três descobertas mecânicas, como a arte da imprensa, a pólvora e a bússola. Na obra *Città del Sole* de Campanella (1602), tais descobertas dão à impressão, vivíssima, de uma série de conquistas que coincide com uma aceleração da história: "faz-se mais história em cem anos do que ocorreu no mundo durante quatro milênios; e foram feitos mais livros nestes cem anos do que em um passado de cinco mil; e a maravilhosa invenção do ímã, da imprensa e das armas de fogo, constituem grandes sinais da união do mundo" (Campanella, 1941: 109). A partir daquelas três descobertas – afirma Francis Bacon em 1620 – derivaram infinitas mudanças "de forma que nenhum império,

em critérios exatos de caráter teórico. A interpretação da experiência (como foi relevado inúmeras vezes) acontece a partir de teses estabelecidas previamente: a resistência do ar, o atrito, os diferentes comportamentos de cada corpo, os aspectos qualitativos do mundo real são interpretados como irrelevantes para o discurso da filosofia natural ou como *circunstâncias contrárias* que não são levadas (ou não se devem levar) em consideração na explicação do mundo. Os fenômenos na sua particularidade e na sua realidade imediata, ou seja, o mundo das coisas que encontramos no dia-a-dia, bem como o mundo das coisas “curiosas e estranhas” a que se dirigiram com tanta curiosidade e surpreendente interesse os naturalistas e os cultores da magia na Renascença, não exerce mais qualquer fascínio sobre os adeptos da filosofia mecânica.

Considerando que as palavras não têm qualquer semelhança com as coisas que significam – pergunta Descartes – por que a natureza não podia ter estabelecido um sinal que nos desse a sensação da luz mesmo não possuindo em si mesma nada de semelhante a tal sensação? O som, asseguram os filósofos, é uma vibração do ar, mas o sentido do ouvido nos faz pensar no som e não no movimento do ar. Da mesma forma o tato nos faz conceber idéias que não se assemelham de modo algum aos objetos que produzem tais idéias. Por exemplo, a idéia da cócega não se parece de maneira nenhuma com uma pluma que é passada nos lábios. Justamente esta *não-semelhança* leva necessariamente a elaborar ou a imaginar um modelo. Aquilo que nos aparece como “luz” na realidade é um movimento rapidíssimo que se transmite aos nossos olhos mediante o ar e outros corpos transparentes. Tal modelo é construído e feito compreensível por meio de uma analogia, como por exemplo, um cego do qual se pode dizer

que *enxerga* fazendo uso da sua bengala. Para explicar a transmissão instantânea da luz, além da analogia do cego que faz uso do seu bastão, na *Dioptrique* de Descartes são mencionadas outras analogias que sustentam a hipótese mecânica, como por exemplo, aquela do vinho que sai do tonel impelido por uma pressão que se propaga em todas as direções (explica a propagação); a analogia da bola que é desviada do seu curso pelo encontro com um outro corpo (explica os fenômenos da refração e da reflexão) (Descartes, 1897-1913: XI, 3-6; VI, 84, 86, 89).

Para a ciência, portanto, é necessário passar de uma realidade *observável* para outra *não-observável*. Daí, é tarefa da imaginação conceber este segundo dado como semelhante de alguma forma ao primeiro. A ciência *obriga os homens a imaginar*. Se observarmos com o olhar uma atração ou uma união, escreve Pierre Gassendi, vemos ganchos, cordas, algo que agarra e algo que é agarrado; ao contrário se observamos uma separação ou uma rejeição vemos pontas ou ferrões. Do mesmo modo “para explicar fatos que não são percebidos pelos nossos sentidos, somos obrigados a imaginar pequenos agulhões, pequenas pontas e outros instrumentos semelhantes que não podem ser percebidos e agarrados. Não por isso, todavia, deveríamos concluir que eles não existem” (Gassendi, 1649: II, 1, 6, 14).

Robert Hooke é um dos cientistas que, no século XVII, participam intensamente nos debates sobre a constituição da matéria. Sendo que não temos órgãos de sentido capazes de fazer perceber as atividades reais da natureza – achamos escrito na *Micrographia* – podemos esperar que, no futuro, o microscópio nos ponha em condição de observar as estruturas verdadeiras e indivisíveis dos corpos. Nesse meio tempo somos obrigados a tatear no escuro e a supor, “fazendo uso de

analogias e comparações (*by similitudes and comparisons*) as verdadeiras razões das coisas" (Hooke, 1665: 114). As idéias de Hooke são muito claras: a estrutura interna da matéria e dos organismos vivos são inacessíveis aos sentidos (Hooke, 1705: 165). O caminho a percorrer, por conseguinte, é obrigatório: devemos instituir analogias entre os efeitos produzidos por entes hipotéticos e efeitos produzidos por causas que, ao contrário, são acessíveis aos sentidos. A partir de uma *analogia dos efeitos*, podemos remontar a uma *analogia das causas*.

Robert Hook é um cientista "baconiano". Aplicando tal método, baseado em semelhanças, comparações, analogias e passagem de analogias de efeitos para analogias de causas, ele explica a ação do ar nos processos de combustão, utiliza as experiências realizadas com a bomba pneumática no estudo dos fenômenos meteorológicos; aplica o modelo da capilaridade à subida dos fluidos nos filtros e à circulação linfática das plantas; utiliza a lei da elasticidade para a explicação de fenômenos geológicos (a formação das nascentes); pensa que os resultados que alcançou nas suas pesquisas sobre a luz podem ser estendidos aos fenômenos do magnetismo, da rarefação e da condensação.

A MECÂNICA E AS MÁQUINAS

Também o termo *mecanicismo* (tal como ocorre com todos os termos que terminam em *ismo*) é uma palavra elástica, que não pode ser definida de forma unívoca e acaba sempre tomando significados muito vagos. O historiógrafo holandês E.J. Dijksterhuis (Dijksterhuis, 1971), que escreveu uma história do mecanicismo partindo dos pressocráticos até New-

ton, indagou o seguinte: o uso deste termo aplicado ao desenvolvimento milenar do saber científico se refere ao significado de *aparelho* ou *máquina* contido no termo grego *mechané*?, quer dizer, a uma visão do mundo que considera todo o universo semelhante a um grande relógio construído por um Grande Relojoeiro? Ou, ao usar aquele termo, entendemos nos referir ao fato de que os eventos naturais que constituem o mundo podem ser descritos e interpretados por meio dos conceitos e dos métodos daquela parte da física que é chamada *mecânica* e que é a ciência dos movimentos?

Como muitos outros historiadores da ciência, Dijksterhuis tinha uma acentuada preferência pelas soluções claras. Ele sabia bem que a mecânica, como parte da física, foi se tornando profundamente emancipada, particularmente no decorrer do século XVII, de suas origens práticas e de suas ligações iniciais com as máquinas, bem como com a maneira de pensar dos artesãos, dos engenheiros, dos mestres de oficina, e dos mecânicos. Com Galilei e com Newton a mecânica se tornou efetivamente um ramo da física; desenvolveu-se como um setor da física matemática que estuda as leis do movimento (dinâmica) e as condições de equilíbrio dos corpos (estática), encontrando na assim chamada "teoria das máquinas" somente *uma* das suas múltiplas aplicações práticas. Muitos filósofos e muitos historiadores da ciência se mostram sinceramente contrariados pelo fato de que a história (inclusive aquela da ciência) esteja repleta de equívocos e de mal-entendidos. Se a mecânica (afirmava Dijksterhuis) tivesse perdido o seu vínculo antiquíssimo com as máquinas e se fosse chamada *cinética* ou estudo dos movimentos e se os estudiosos tivessem falado de matematização da natureza em lugar de mecanicização,

poderiam ter sido evitados muitos equívocos e muitos mal-entendidos.

Mas não tem muito sentido procurar solucionar os problemas históricos no plano dos mal-entendidos ou dos equívocos lingüísticos. Quando abordamos os textos do século XVII escritos por muitos defensores da filosofia corpuscular ou mecânica (ou pelos seus adversários igualmente numerosos), quase sempre temos a impressão de que *ambos os significados* aos quais Dijksterhuis fazia referência estão presentes, com frequência interligados ou misturados, na nova cosmovisão. A assim chamada "filosofia mecânica" (que antes da época de Newton não coincidia de modo algum com aquela parte da física que hoje chamamos *mecânica*) é baseada em alguns pressupostos: 1) a natureza não é a manifestação de um princípio vivo, mas é um sistema de matéria em movimento governado por leis; 2) tais leis podem ser determinadas com exatidão matemática; 3) um número muito reduzido dessas leis é suficiente para explicar o universo; 4) a explicação dos comportamentos da natureza exclui em princípio qualquer referência às *forças vitais* ou às *causas finais*. Com base nestes pressupostos *explicar* um fenômeno significa construir um modelo mecânico que "substitui" o fenômeno real que se pretende analisar. Esta reconstrução é tanto mais verdadeira, isto é, tanto mais adequada ao mundo real, quanto mais o modelo for construído só mediante elementos quantitativos e aptos para serem reduzidos às formulações da geometria.

O mundo imediato da experiência cotidiana (como foi dito no parágrafo anterior) *não é real* e todavia o caso é totalmente irrelevante para a ciência. Reais são a matéria e os movimentos das partículas que constituem a matéria, que acontecem segundo

leis determinadas. O mundo real é tecido de dados quantitativos e mensuráveis, bem como de espaço e de movimentos e relações no espaço. Dimensão, forma, situação de movimento das partículas (para alguns também a impenetrabilidade da matéria) são as únicas propriedades reconhecidas ao mesmo tempo como reais e como princípios explicativos da realidade. A tese da distinção entre as qualidades *objetivas* e *subjetivas dos corpos* está presente de forma variada tanto em Bacon e Galilei, como também em Descartes, Pascal, Hobbes, Gassendi e Mersenne. Essa tese constitui um dos pressupostos teóricos fundamentais do mecanicismo e na filosofia de John Locke (1632-1704), iria assumir a forma da célebre distinção entre qualidades *primárias* e qualidades *secundárias*. Aquela doutrina serve também para a interpretação e explicação das qualidades secundárias. Como escreve Thomas Hobbes (1588-1679) no *Leviathan or the Matter, Form, and Power of a Commonwealth Ecclesiastical and Civil* (1651): "todas as qualidades chamadas sensíveis, no objeto que as determina, são os vários movimentos da matéria, mediante os quais ela influencia de formas diferentes os nossos órgãos. Em nós, que somos igualmente estimulados, elas não são nada mais do que movimentos diversos, sendo que o movimento não pode produzir a não ser movimento, mas a sua aparência é em nós imaginação [...]. Desse modo o sentido, em qualquer caso, nada mais é do que uma imaginação originária causada pelo estímulo, isto é, pelo movimento exercido pelas coisas externas sobre os nossos olhos, ouvidos e outros órgãos análogos" (Hobbes, 1955: 48-50). Inclusive as qualidades secundárias resultam mecanizadas *ex parte obiecti* e o mesmo fenômeno da sensação pode ser referido a um modelo mecânico.

Um astrônomo como Kepler, que estava fortemente ligado aos temas do hermetismo, ele também faz referência exata à analogia entre uma máquina e o universo. No confronto com os que sustentavam a presença de "almas" que movem os corpos celestes, ele rejeita a analogia entre o universo e um ser animado divino, e afirma que o universo é semelhante a um relógio: todos os vários movimentos que estão presentes no cosmo dependem de uma simples força ativa material, assim como todos os movimentos do relógio são devidos simplesmente ao pêndulo. Também na opinião de Boyle o universo é semelhante a uma grande máquina que é capaz de movimento. Mesmo que quiséssemos concordar com os aristotélicos que os planetas são movidos por anjos ou por inteligências imateriais, para explicar as paradas, as progressões, os retrocessos e outros fenômenos deste tipo, precisamos em seguida fazer recurso a movimentos, quer dizer, precisamos fazer apelo a teorias nas quais se fala de movimentos, figuras, posições e outras características matemáticas e mecânicas dos corpos (Boyle, 1772: IV, 71).

Neste sentido, Hobbes indagava: por que não podemos dizer que todos os *Autômatos* ou as máquinas que se movem sozinhas por meio de rodas ou de molas, como acontece com os relógios, têm uma *vida artificial*? Afinal, o que é o coração senão uma mola, os nervos senão muitas cordas e as articulações senão muitas rodas? (Hobbes, 1955: 40). As máquinas do nosso corpo – afirma Marcelo Malpighi (1628-94) no tratado *De pulmonibus* (1689) – são as bases da medicina: elas se identificam com "cordas, filamentos, vigas, fluidos que escorrem, cisternas, canais, filtros, peneiras e máquinas semelhantes" (Malpighi, 1944: 40). Na obra *L'homme* (1644, mas terminada em 1633)

Descartes escrevera o seguinte: "Nós vemos que relógios, chafarizes, moinhos e outras máquinas deste tipo, embora sendo construídas por homens, não lhes falta força suficiente para se moverem sozinhas de várias maneiras [...]. E na verdade os nervos podem ser muito bem comparados com os tubos das máquinas daqueles chafarizes, e os seus músculos e os seus tendões aos outros mecanismos e molas que servem para movê-las" (Descartes, 1897-1913: XI, 120, 130-31).

As referências aos relógios, aos moinhos, aos chafarizes, à engenharia hidráulica são insistentes e contínuas. Na "filosofia mecânica" a referência à mecânica como setor da física e a referência às máquinas aparecem estritamente interligadas. Durante séculos foi aceita, e em muitos períodos históricos ficou dominante, a imagem de um universo não só criado para o homem, mas estruturalmente semelhante ou *análogo* ao homem. A doutrina da analogia entre microcosmo e macrocosmo dera expressão a uma imagem antropomórfica da natureza. Entretanto, o mecanicismo elimina qualquer perspectiva do tipo antropomórfico na consideração da natureza. O método característico da filosofia mecânica na opinião dos seus defensores aparece tão poderoso a ponto de ser aplicável a todos os aspectos da realidade: não só ao mundo da natureza, mas também ao mundo da vida, não apenas ao movimento dos astros e à queda dos corpos pesados, mas também à esfera das percepções e dos sentimentos dos seres humanos. O mecanicismo atingiu também o terreno de investigação da fisiologia e da psicologia. As teorias da percepção por exemplo aparecem fundadas na hipótese de partículas que, através de porosidades invisíveis, penetram nos órgãos dos sentidos produzindo movimentos que são transmitidos pelos nervos ao cérebro.

O mecanicismo não foi apenas um método. Afirmava a existência de regras para a ciência e negava que pudessem ser consideradas "científicas" afirmações que se referiam à existência de almas e de "forças vitais". Configurou-se – e os contemporâneos ficaram logo cientes disso – como uma verdadeira e própria filosofia. A filosofia mecânica por conseguinte propunha também uma "imagem da ciência". Afirmava o que a ciência *era* e o que *devia ser*. Com exceção da teologia, nenhum domínio do saber, em princípio, podia se subtrair aos princípios da filosofia mecânica. Por isso, procedendo nesta direção, Thomas Hobbes colocaria também a política sob o signo da filosofia mecânica.

COISAS NATURAIS E COISAS ARTIFICIAIS: CONHECER E FAZER

A máquina, que é o modelo explicativo privilegiado pela filosofia mecânica, pode ser um artefato que existe realmente ou apenas um aparelho pensado como possível. Levando em conta que cada elemento (ou "peça") de uma máquina cumpre a uma sua função específica e considerando que cada "peça" é necessária para o funcionamento da própria máquina, na grande máquina do mundo não há mais hierarquias, ou fenômenos mais *nobres* ou menos *nobres*. O mundo concebido como um grande relógio derruba a imagem tradicional do mundo como uma espécie de pirâmide que tem embaixo as coisas menos nobres e no alto aquelas mais próximas de Deus.

Conhecer a realidade significa tomar conhecimento das formas pelas quais funcionam as máquinas que operam no interior daquela máquina maior que é

o mundo. Pierre Gassendi (1592-1655), cônego em Digne, professor de astronomia e matemática, autor de objeções sutis às *Meditações* de Descartes, contrapõe ao universo concebido por Descartes como "cheio", isto é, desprovido de vácuo, um universo composto de partículas indivisíveis que se movem no vácuo. No tratado *Syntagma philosophicum* (1658), enuncia com clareza notável o tema de uma analogia entre as coisas naturais e as máquinas ou coisas artificiais: "Nós indagamos a respeito das coisas da natureza, do mesmo modo com que indagamos a respeito das coisas cujos autores somos nós mesmos. [...] Fazemos uso da anatomia, da química e de subsídios semelhantes a fim de entender, solucionando na medida do possível os problemas relativos aos corpos e à maneira de decompô-los, analisando de que elementos e segundo quais critérios eles são compostos e para ver se, mediante outros critérios, outros corpos puderam ou possam ser compostos" (Gassendi, 1658: I, 122b-123a).

Gassendi é um adversário convicto dos aristotélicos e dos ocultistas e é veemente crítico com relação aos cartesianos. Ele se aproximava da temática dos Libertinos e teorizava um ceticismo metafísico que constituía a premissa para a aceitação consciente do caráter limitado, provisório e "fenomênico" do saber científico. Somente Deus pode conhecer as essências das coisas. O homem pode conhecer apenas aqueles fenômenos cujos modelos ele pode construir ou somente aqueles produtos artificiais (as máquinas) que construiu com as próprias mãos.

Esta afirmação implica a tese de uma *não-diversidade* substancial entre os produtos da arte e aqueles da natureza, implicando, por conseguinte, a rejeição da definição tradicional da arte como *imitatio naturae*. Se a arte é apenas imitação da natureza, ela não pode-

rá jamais alcançar a perfeição da natureza. A arte é somente uma tentativa de reproduzir a natureza nos seus movimentos: por isso, em muitos textos da Idade Média, as artes mecânicas são definidas *adulterinae* ou falsificadoras.

A filosofia mecânica põe em crise também esta concepção da relação entre arte e natureza. Francis Bacon critica a teoria aristotélica da espécie, com base na qual um produto da natureza (por exemplo, uma árvore) é qualificado como tendo uma *forma primária*, ao passo que ao produto da arte (por exemplo uma mesa extraída daquela árvore) caberia apenas uma *forma secundária*. Esta doutrina, escreve Bacon no tratado *De augmentis*, "introduziu nos empreendimentos humanos um desespero prematuro; os homens, ao contrário, deveriam se convencer de que "as coisas artificiais não diferem das coisas naturais pela forma ou pela essência, mas somente pela causa eficiente" (Bacon, 1887-92: I, 496). O raio, que os antigos negavam que pudesse ser imitado, na realidade foi imitado pelas artilharias da era moderna. A arte não é *simia naturae* (macaco da natureza) e nem fica, como queria uma antiga tradição da Idade Média, "de joelhos diante da Natureza". Neste ponto também Descartes está plenamente de acordo: "Não há qualquer diferença entre as máquinas que os artesãos constroem e os vários corpos que fazem parte da natureza". A única diferença está no fato de que os aparelhos das máquinas construídas pelo homem são bem visíveis, ao passo que "os tubos e as molas que constituem os objetos naturais são geralmente muito pequenos para que possam ser percebidos pelos sentidos" (Descartes, 1897-1913: IX, 321).

O conhecimento das causas profundas e das essências, que é negado ao ser humano, é reservado a

Deus enquanto criador ou construtor da máquina do mundo. O critério para conhecer como fazer uma coisa ou da identidade entre o construtor e o construído (ou reconstruir) serve não só para a natureza, mas também para os homens. Deus conhece o mecanismo do relógio que é o mundo porque foi seu construtor ou relojoeiro.

O que realmente o ser humano pode conhecer é somente o artificial. A esse respeito, por exemplo, Marin Mersenne escreve o seguinte: "É difícil encontrar verdades na física. Considerando que o objeto da física pertence às coisas criadas por Deus, não devemos nos surpreender por não encontrarmos as suas verdadeiras razões [...]. Na realidade, conhecemos as verdadeiras razões apenas daquelas coisas que podemos construir com as mãos ou com o intelecto" (Mersenne, 1636: 8). O materialista Hobbes se situa em posições certamente muito diferentes daquelas de Mersenne, mas neste ponto chega a conclusões totalmente semelhantes: "A geometria é demonstrável porque as linhas e as figuras a partir das quais raciocinamos são traçadas e descritas por nós mesmos. E a filosofia civil pode ser demonstrada porque nós próprios construímos o Estado. Entretanto, considerando que não conhecemos a construção dos corpos naturais, mas a procuramos pelos seus efeitos, não há nenhuma demonstração de que natureza sejam as causas procuradas por nós, mas somente como elas possam ser" (Hobbes, 1839-45: II, 92-94).

O trecho de Hobbes que acabamos de lembrar foi comparado várias vezes com as páginas de Giambattista Vico (1668-1744) nas quais é enunciado o famoso princípio do *verum-factum*. "Demonstramos as proporções geométricas porque somos nós que as fazemos, se pudessemos demonstrar as proporções da física poderíamos também fazê-las", escreveria no tra-

tado *De nostri temporis studiorum ratione* (1709). A aritmética e a geometria – achamos escrito no tratado *De antiquissima* (1710) – “bem como aquela sua filiação que é a mecânica, na verdade pertencem ao homem, considerando que nestes três domínios nós demonstramos somente uma verdade, na medida em que a fazemos”. Na *Scienza nuova* (1725 e 1744) o mundo da história seria interpretado como objeto de uma nova ciência justamente porque integralmente feito e construído pelos homens: “nessa longa e densa noite de trevas vislumbra somente esta luz: que o mundo das nações pagãs também foi feito com certeza pelos homens” (Vico, 1957: 781).

Então, como vimos, a tese da identidade entre conhecer e fazer produzia uma ciência consciente dos seus limites insuperáveis, mas aquela tese acabava também por envolver (com conseqüências que seria difícil subestimar) o mundo da moral, da política e da história.

ANIMAIS, HOMENS E MÁQUINAS

Na fisiologia (ou psicofisiologia) de Descartes (exposta na parte quinta do tratado *Discours de la méthode* e no *De l'homme*) o que é vivo não é colocado mais como alternativo ou contraditório em relação àquilo que é mecânico. Os animais são máquinas. O reconhecimento da existência de uma alma racional serve para traçar uma linha de demarcação não entre as máquinas e os organismos vivos, mas entre as máquinas-viventes e algumas funções particulares daquelas máquinas peculiares (únicas no universo) que são os homens, as quais, e somente elas, são capazes de “pensar” e de “falar”. Uma vez que seja adotado o

modelo da máquina, na percepção de Descartes, apenas estas duas funções parecem inexplicadas ou não explicadas de um modo totalmente satisfatório.

Uma máquina que tivesse os órgãos e o aspecto de um macaco ou de um outro animal teria necessidade de uma disposição especial dos seus órgãos, correspondendo a cada ação particular. Na opinião de Descartes, não é concebível uma máquina que tenha tantos órgãos e tão diversificados a ponto de poder agir em cada circunstância da vida tal como a nossa razão nos permite agir. Em muitas coisas aquelas máquinas talvez poderiam agir até mesmo melhor do que nós, mas em outras coisas fracassariam inevitavelmente. Por isso, para Descartes, a sabedoria ou a capacidade de se adaptar ao ambiente não são dotes que as máquinas possam adquirir. E o mesmo vale para a linguagem. Pois seria possível construir máquinas capazes de pronunciar palavras e de reagir com palavras a determinados estímulos externos, mas tais máquinas sempre seriam incapazes de coordenar as palavras para responder conforme o sentido das palavras que lhes são dirigidas.

A alma racional, portanto, não pode derivar do poder da matéria, mas foi apropriadamente criada por Deus. Tudo isso (e na verdade não é pouco) que está abaixo do limiar do pensamento e da linguagem é porém interpretado segundo os cânones do mais rígido mecanicismo. Os animais são somente máquinas e toda a vida fisiológica do ser humano é explicável com a metáfora da máquina e pode ser referida à máquina. Em primeiro lugar, no aspecto fisiológico da vida é possível distinguir entre aquilo que é voluntário e aquilo que é meramente mecânico. No ser humano, a alma tem a sua localização na glândula pineal, próxima à base do cérebro, e ela controla aque-

les movimentos musculares que transformam os pensamentos em ações e em palavras. A respiração, o espirro, o bocejo, o tossir, os movimentos peristálticos do intestino, as contrações da pupila e da laringe na deglutição são ações naturais e ordinárias que dependem do "curso dos espíritos". Tais espíritos, "semelhantes a um vento ou a uma chama sutilíssima", escorrem rapidamente ao longo daqueles tubos sutilíssimos que são os nervos provocando mecanicamente a contração dos músculos. Somente a força dos espíritos animais que escorre do cérebro para os nervos é capaz de explicar este tipo de movimentos: por exemplo, quando uma chama queima um pé, acontece de imediato o retraimento do pé, um grito de dor e deslocamento do olhar; ou como no caso dos condenados à morte as cabeças que, após serem decepadas, continuam a se mover e mordem o chão.

Tais ações são totalmente semelhantes aos movimentos de um moinho ou de um relógio. Para a construção da sua metáfora das ações voluntárias, Descartes faz referência a uma máquina mais complicada. Trata-se de um dos complexos chafarizes dos jardins do Rei (uma espécie de Disneylandia do século XVII) nos quais apenas a ação da água basta para acionar uma série de várias máquinas, produzir sons de instrumentos e até fazer pronunciar algumas palavras. Os nervos são os tubos do chafariz, os músculos e os tendões são as molas e os aparelhos que o movem. Os espíritos animais são a água que põe o chafariz em movimento, o coração é a fonte daquela água e as cavidades do cérebro são os seus reservatórios. Os objetos externos que estimulam os órgãos dos sentidos são aqueles que, rodando no interior daquele complicado chafariz, mesmo sem saber, provocam os movimentos das máquinas das quais fazem parte. Os visitantes, por

exemplo, aproximando-se de uma estátua de Diana no banho – que fizeram aparecer caminhando sobre determinados ladrilhos –, de repente eles fazem aparecer também uma estátua de Netuno que os ameaça com um tridente. A alma racional, situada no cérebro, "tem uma função igual àquela do encarregado do chafariz que deve se encontrar perto dos tanques onde estão conectados todos os tubos de tais máquinas para provocar, impedir ou mudar de algum modo os seus movimentos". Após a descoberta da cibernética houve quem notasse que o tal "encarregado do chafariz" se assemelha bastante a um mecanismo automatizado.

Descartes faz uma nítida distinção entre processos fisiológicos voluntários e involuntários; tem uma idéia exata daquele fenômeno que (e em um contexto explicativo muito diferente) foi sucessivamente denominado de "ato reflexo"; abre o caminho ao mecanismo biológico dos médicos-mecânicos e à progressiva substituição dos princípios vitais da tradição vitalista pelos métodos da química e da física. Mas a tese dos animais-máquinas estava cheia de implicações perigosas, como ficará bem evidente ao olho atento do jesuíta Gabriel Daniel que, em 1703, afirmou que todos os cartesianos deveriam sustentar, com a mesma seriedade com que o afirmam para os animais, que também os seres humanos são apenas máquinas.

Também o matemático e astrônomo napolitano Giovanni Alfonso Borelli (1608-79) fala de uma semelhança entre autômatos e animais semoventes e se refere à geometria e à mecânica como a duas escadas por onde é preciso subir para alcançar "a maravilhosa ciência do movimento dos seres vivos". Um ano após o falecimento, em 1680-81, foi publicada em Roma a sua obra maior: o tratado *De motu animalium*. Nele se

encontram referências a Harvey, bem como a temas desenvolvidos por Galilei nos *Discorsi* e às colocações cartesianas. No livro citado são estudados do ponto de vista geométrico-mecânico, isto é, como sistemas de simples máquinas simples, tanto os movimentos dos animais quando caminham, correm, pulam, levantam pesos, como também o vôo dos pássaros e o nado dos peixes. As duas partes em que a obra é dividida estudam respectivamente os movimentos externos ou aparentes dos corpos e os movimentos internos dos músculos e das entranhas, alguns dos quais não dependem da vontade do indivíduo. O corpo se configura como uma máquina hidráulica na qual os espíritos animais que passam através dos nervos exercem a função igual à da água. Na grande maioria dos casos, os músculos trabalham em condição de relevante desvantagem; por exemplo, se os ossos constituem uma alavanca que tem o seu fulcro na articulação, a força exercida pelo músculo age muito próxima ao fulcro enquanto o peso (por exemplo em um braço estendido que sustenta o peso) está próxima à extremidade de uma alavanca que é dez ou vinte vezes maior do que a pequena alavanca representada pelo músculo. O esforço excede muitas vezes o peso.

Borelli parte de pressupostos do tipo galileano-cartesiano: “a língua e os caracteres com que o Criador das coisas fala nas suas obras são configurações e demonstrações geométricas” (Borelli, 1680-81: I, 3r). Assim, no capítulo segundo do *De motu* escreve o seguinte: “As operações da natureza são fáceis, simples e seguem as leis da mecânica, que são leis necessárias”. Com base nestes pressupostos ele rejeita qualquer interpretação química dos fenômenos fisiológicos e interpreta a partir de bases meramente mecânicas os processos de todo o organismo, abrangendo inclusive a

circulação do sangue, o batimento do coração, a respiração, a função exercida pelos rins. Apenas com relação ao intumescimento e à contração dos músculos admite a idéia de que processos do tipo químico ocorram no interior do corpo. A força de contração própria da estrutura material das fibras musculares é, de per si, fraquíssima e não pode efetuar o levantamento de grandes pesos mediante a contração: aquele levantamento “deve ocorrer por meio de uma força externa diferente da força material da máquina que a contrai violentamente”. Diante das causas misteriosas é forçoso admitir “uma confissão de ignorância”, todavia, nem por isso se deve renunciar a descobrir as “causas prováveis” dos fenômenos naturais. É preciso ir muito além e “conjeturar hipoteticamente” a respeito das coisas cujos mecanismos não são visíveis aos olhos. Entre aqueles que na filosofia consideram ser lícito ousar tudo e aqueles que confessam demasiado rápido a própria ignorância é preciso encontrar um equilíbrio correto. Apesar de continuar sendo verdade (como cinco anos mais tarde afirmaria o grande Newton) que não devemos admitir hipóteses fictícias: “non enim hypotheses fictas admittere debemus”.

No tratado *De venarum ostiis* (1603) Girolamo Fabrici d'Acquapendente (1537-1619) comparara as “membranas” presentes nas veias com os obstáculos que os construtores de moinhos colocam ao longo do curso da água a fim de represá-la e acumulá-la para as máquinas de moer. “Comportas” ou “diques” semelhantes se encontram também nas veias. Gabriel Harvey substituiu o conceito de comporta pelo conceito de válvula com base em um diferente modelo de máquina: a bomba no lugar do moinho. A medicina – escreveria Denis Diderot na grande *Encyclopédie* do Iluminismo (no verbete *mécanicien*) – ao longo dos úl-

timos cem anos assumira um aspecto totalmente novo e passou a adotar uma linguagem totalmente diferente daquela que fora usada durante muito tempo.

É POSSÍVEL SER MECANICISTA E CONTINUAR CRISTÃO?

Os maiores filósofos naturalistas do século XVII que se tornaram defensores e propagandistas do mecanicismo tinham admiração por Demócrito, bem como pelos antigos atomistas e pelo poeta romano Lucrécio, os quais construíram uma imagem do mundo do tipo mecânico e corpuscular. Mas, devido às conseqüências ímpias ou ateístas que podiam ser deduzidas pela tradição do materialismo, na grandíssima maioria dos casos, eles tinham a intenção de se manter distantes. Tencionavam, portanto, recusar aquelas filosofias que negavam a obra inteligente de um Criador, atribuindo a origem do mundo ao *acaso* e ao concurso casual dos átomos. Na opinião destes filósofos a imagem da máquina do mundo implicava a idéia de um seu Artífice e Construtor e a metáfora do relógio remetia ao divino Relojoeiro. O estudo cuidadoso e paciente da grande máquina do mundo era a leitura do Livro da Natureza, junto com a leitura do Livro da Escritura. Ambas as investigações redundavam na glória de Deus.

Os filósofos dos quais era preciso manter distância, por terem sido rejeitados e condenados inúmeras vezes, são Thomas Hobbes (1588-1679) e Baruch Spinoza (1632-77). O primeiro estendeu o mecanicismo a toda a vida psíquica, concebendo o pensamento como uma espécie de instinto um pouco mais complicado do que o instinto dos animais e atribuindo ao movimento todas as determinações e

transformações de uma realidade entendida exclusivamente como corpo. Fazendo da extensão uma "atributo" de Deus, Spinoza negou de modo ímpio a distinção milenária entre um mundo material e um Deus imaterial, negando que Deus seja pessoa e que possa ter fins ou desígnios. Afirmou além disso que tais aspectos são apenas a projeção grosseira de exigências humanas para a idéia de Deus. Sustentou a inseparabilidade entre alma e corpo. E, finalmente, viu no universo uma máquina eterna, desprovida de sentido e de finalidades, sendo expressão de uma causalidade necessária e imanente.

Na cultura da segunda metade do século XVII, termos como hobbista, spinozista, ateu, libertino são freqüentemente usados até mesmo como sinônimos. As teses mais radicais do movimento libertino encontram a sua maior expressão na obra *Theophrastus redivivus* (redigida em torno de 1666) que alcançou uma amplíssima difusão. Por meio desse recurso subterrâneo, o naturalismo da Renascença, bem como os temas ímpios da tradição do magismo e do hermetismo se conectam (mediante a insistente referência a Giordano Bruno) com a filosofia anti-newtoniana e anti-deísta de John Toland (1670-1722) e, mais tarde, com a obra dos grandes materialistas franceses do século XVIII.

Como já vimos, Pierre Gassendi, apesar de admitir os átomos criados por Deus, foi considerado por muitos perigosamente próximo às posições dos libertinos. Contra os libertinos polemiza abertamente Marin Mersenne (1588-1648) no livro *L'impiété des déistes* (1624). Ele abandona a tradição do pensamento escolástico e se alinha decididamente ao lado da nova ciência. De fato, ele considerou esta ciência como uma baragem frente aos enormes perigos que, para o pensamento cristão e para o seu patrimônio de valores, são

constituídos pela retomada dos temas “mágicos”, pela difusão da tradição hermética, bem como pela presença de posições que se referem ao naturalismo da Renascença e às doutrinas presentes no pensamento de Pietro Pomponazzi (1462-1525), que negava a existência dos milagres e sustentava que as três grandes religiões mediterrâneas foram fundadas para fins políticos, pelos três “impostores”: Moisés, Cristo e Maomé.

Mersenne pensava que a magia natural, que permitia ao homem realizar “milagres” fosse muito mais perigosa para a tradição cristã do que a nova filosofia mecânica. Esta filosofia, aliás, podia ser conciliada com a tradição cristã. A seu ver, a tese do caráter sempre hipotético e conjectural dos conhecimentos científicos deixava de fato todo o espaço necessário à dimensão religiosa e à verdade cristã. Também Robert Boyle (1627-91) tem preocupações deste tipo. No momento em que exalta a excelência da filosofia corpuscular ou mecânica (*About the Excellency and Grounds of the Mechanical Hypothesis*, 1655), ele se preocupa em traçar duas linhas de demarcação. A primeira deve distingui-lo dos seguidores de Epicuro e de Lucrecio, bem como de todos aqueles que consideram que os átomos, encontrando-se juntos por acaso em um vazio infinito, sejam capazes por si próprios de produzirem o mundo e os seus fenômenos. A segunda serve para diferenciá-lo daqueles que ele chama de “mecanicistas modernos” (que afinal são os cartesianos). Para tais mecanicistas, suposto que Deus tenha introduzido na massa total da matéria uma quantidade invariável de movimento, as várias partes da matéria, em virtude dos seus próprios movimentos, seriam capazes de organizar-se sozinhas em um sistema. Portanto, a filosofia corpuscular ou mecânica da qual Boyle se torna defensor, não deve ser confundida com

o epicurismo e nem com o cartesianismo. No mecanicismo de Boyle o problema da “primeira origem das coisas” deve ser mantido cuidadosamente distinto do problema do “curso sucessivo da natureza”. Deus se limita a conferir o movimento à natureza, mas não os movimentos de todas as suas partes de forma serial no “projeto do mundo” que deveriam formar. Uma vez que o universo foi estruturado por Deus, que Deus estabeleceu “aquelas regras do movimento daquela ordem entre as coisas físicas que costumamos chamar de Leis da Natureza”, pode-se afirmar que os fenômenos “são fisicamente produzidos pelas características mecânicas das partes da matéria e pelas mútuas e recíprocas operações segundo as leis da mecânica” (Boyle, 1772: IV, 68-69, 76). A distinção entre o *curso das coisas* e o *curso sucessivo da natureza* é muito importante: aqueles que indagam a respeito da origem do universo têm a pretensão ímpia de explicar o mundo, de construir hipóteses e sistemas. Por isso, na obra de Boyle, tanto os seguidores de Demócrito e de Epicuro, como também os cartesianos, representam uma versão atéia e materialista da filosofia mecânica.

Com efeito, o que fez Descartes no pequeno tratado intitulado *Le monde ou Traité de la lumière* não descrever o nascimento do mundo? Assim, teria ele apresentado uma narração alternativa da do livro do Gênesis? É verdade que Descartes apresentara a sua descrição do nascimento do mundo como uma “fábula” e afirmara falar de um universo imaginário. Mas, seguindo um procedimento contrário, ele invertera em vários pontos o sentido do discurso: conhecendo a formação do feto no ventre materno, conhecendo como as plantas nascem de sementes, conhecemos algo mais do que comparamos simplesmente um bebê ou uma planta assim

constituídos pela retomada dos temas “mágicos”, pela difusão da tradição hermética, bem como pela presença de posições que se referem ao naturalismo da Renascença e às doutrinas presentes no pensamento de Pietro Pomponazzi (1462-1525), que negava a existência dos milagres e sustentava que as três grandes religiões mediterrâneas foram fundadas para fins políticos, pelos três “impostores”: Moisés, Cristo e Maomé.

Mersenne pensava que a magia natural, que permitia ao homem realizar “milagres” fosse muito mais perigosa para a tradição cristã do que a nova filosofia mecânica. Esta filosofia, aliás, podia ser conciliada com a tradição cristã. A seu ver, a tese do caráter sempre hipotético e conjectural dos conhecimentos científicos deixava de fato todo o espaço necessário à dimensão religiosa e à verdade cristã. Também Robert Boyle (1627-91) tem preocupações deste tipo. No momento em que exalta a excelência da filosofia corpuscular ou mecânica (*About the Excellency and Grounds of the Mechanical Hypothesis*, 1655), ele se preocupa em traçar duas linhas de demarcação. A primeira deve distingui-lo dos seguidores de Epicuro e de Lucrecio, bem como de todos aqueles que consideram que os átomos, encontrando-se juntos por acaso em um vazio infinito, sejam capazes por si próprios de produzirem o mundo e os seus fenômenos. A segunda serve para diferenciá-lo daqueles que ele chama de “mecanicistas modernos” (que afinal são os cartesianos). Para tais mecanicistas, suposto que Deus tenha introduzido na massa total da matéria uma quantidade invariável de movimento, as várias partes da matéria, em virtude dos seus próprios movimentos, seriam capazes de organizar-se sozinhas em um sistema. Portanto, a filosofia corpuscular ou mecânica da qual Boyle se torna defensor, não deve ser confundida com

o epicurismo e nem com o cartesianismo. No mecanicismo de Boyle o problema da “primeira origem das coisas” deve ser mantido cuidadosamente distinto do problema do “curso sucessivo da natureza”. Deus não se limita a conferir o movimento à natureza, mas guia os movimentos de todas as suas partes de forma a inseri-las no “projeto do mundo” que deveriam formar. Uma vez que o universo foi estruturado por Deus e que Deus estabeleceu “aquelas regras do movimento e aquela ordem entre as coisas físicas que costumamos chamar de Leis da Natureza”, pode-se afirmar que os fenômenos “são fisicamente produzidos pelas características mecânicas das partes da matéria e pelas suas recíprocas operações segundo as leis da mecânica” (Boyle, 1772: IV, 68-69, 76). A distinção entre *origem das coisas* e *curso sucessivo da natureza* é muito importante: aqueles que indagam a respeito da origem do universo têm a pretensão ímpia de explicar o mundo, e de construir hipóteses e sistemas. Por isso, na opinião de Boyle, tanto os seguidores de Demócrito e de Epicuro, como também os cartesianos, representam a versão atéia e materialista da filosofia mecânica.

Com efeito, o que fez Descartes no pequeno tratado intitulado *Le monde ou Traité de la lumière* se não descrever o nascimento do mundo? Assim não teria ele apresentado uma narração alternativa àquela do livro do Gênesis? É verdade que Descartes apresentara a sua descrição do nascimento do mundo como uma “fábula” e afirmara falar de um universo imaginário. Mas, seguindo um procedimento estranho, ele invertera em vários pontos o sentido do seu discurso: conhecendo a formação do feto no ventre materno, conhecendo como as plantas nascem das sementes, conhecemos algo mais do que conhecer simplesmente um bebê ou uma planta assim como

são. Na terceira parte do tratado *Principia*, Descartes afirmou que o mesmo se aplica ao universo. A ciência é capaz de dizer algo não apenas a respeito do que é o mundo, mas também a respeito do processo da sua formação. Quanto a isso, a divergência com Boyle é radical. As leis da natureza, escreveu Descartes no capítulo sexto do tratado *Le monde*, "seriam suficientes para fazer que as partes do Caos-consigam destringar-se sozinhas, dispondo-se em ordem correta, de tal modo a assumir a forma de um mundo perfeitíssimo". As estruturas do mundo presente, na perspectiva cartesiana, são o resultado da matéria, das leis da matéria e do tempo.

Diante destas doutrinas e destas soluções, a posição de Isaac Newton não ficaria longe daquela que assumira Robert Boyle. Desde os anos da juventude, Newton utiliza as objeções anti-cartesianas apresentadas por Henry More (1614-87) e por Pierre Gassendi: "Se afirmamos, com Descartes, que a extensão é corpo, não abrimos talvez o caminho para o ateísmo? Isso por duas razões: a primeira é porque a extensão resulta não-criada e eterna, e a segunda porque em certas circunstâncias poderíamos concebê-la como existente e ao mesmo tempo indagar a não existência de Deus". Do ponto de vista de Newton, naquela filosofia parece incompreensível a distinção entre mente e corpo "a menos que não se diga que a alma não tem extensão, ou não está substancialmente presente em alguma extensão, isto é, não existe em algum lugar: isso seria o mesmo que negar a sua existência" (Newton, 1962: 109).

A tomada de distância de eventuais conclusões ateístas e materialistas do cartesianismo assumiria em Newton várias formas, continuando porém sempre como um tema dominante. Tanto na "Questão 31 do

Opticks (que foi acrescentada na edição de 1717) como também no *Scholium generale*, a posição de Newton é expressa com grande clareza: um "cego acaso" jamais poderia fazer mover todos os planetas ao mesmo tempo em órbitas concêntricas e a maravilhosa uniformidade do sistema solar é efeito de uma "plano intencional". Os planetas continuam a mover-se nas suas órbitas pelas leis da gravidade, mas "a posição primitiva e regular de tais órbitas não pode ser atribuída a tais leis: a disposição admirável do Sol, dos planetas e dos cometas somente pode ser obra de um Ser todo poderoso e inteligente". A distinção apresentada por Boyle entre origem das coisas e curso regular da natureza era retomada neste contexto. Se é verdade que "as partículas sólidas foram associadas de modo variado na primeira criação pelo critério de um Agente inteligente", se é verdade que tais partículas "foram colocadas em ordem por Aquele que as criou", então "não há razão para buscar uma outra origem qualquer do mundo ou pretender que o mesmo possa ter saído de um Caos, por obra das meras leis da natureza" (Newton, 1721: 377-78). As leis naturais começam a operar somente depois que o universo foi criado. A ciência de Newton é uma descrição rigorosa do universo tal como ele é: enquanto compreendido desde a criação do mundo narrada por Moisés até a aniquilação final prevista pelas Apocalipses. Newton e os newtonianos jamais aceitariam a idéia de que o mundo possa ter sido produzido por leis mecânicas.

LEIBNIZ: A CRÍTICA AO MECANICISMO

Também na opinião de Leibniz a filosofia de Descartes, que é o pressuposto de toda forma de me-

canicismo, é sobremaneira perigosa. De fato, no tratado *Principia* Descartes escreveu que por obra das leis da natureza “a matéria assume sucessivamente todas as formas de que é capaz: se considerarmos tais formas por ordem poderíamos chegar àquela que é própria deste mundo” (Descartes, 1967: II, 143-44). A esse respeito Leibniz comenta o seguinte: se a matéria pode assumir todas as formas possíveis, decorre por conseguinte que nada daquilo que se pode imaginar de absurdo, bizarro e contrário à justiça não ocorreu ou não possa ocorrer no futuro. Então, como quer Spinoza, justiça, bondade e ordem se tornam apenas conceitos relativos ao homem. Se tudo é possível, e se tudo aquilo que é possível está no passado, no presente e no futuro (como quer também Hobbes), então não existe nenhuma Providência. Portanto sustentar, como faz Descartes, que a matéria passa sucessivamente por todas as formas possíveis, implica destruir a sabedoria e a justiça de Deus. Por isso, conclui Leibniz, o Deus de Descartes “faz tudo aquilo que é realizável e passa, seguindo uma ordem necessária e fatal, por todas as combinações possíveis: para isso bastava a necessidade da matéria, e o Deus de Descartes nada mais é do que tal necessidade (Leibniz, 1875-90: IV, 283, 341, 344, 399).

Na perspectiva de Leibniz o cartesianismo se configura como materialismo. Após terminar as escolas primárias – escreveria Leibniz em uma carta autobiográfica de 1714 – encontrei-me com os filósofos modernos: “Lembro que, com a idade de quinze anos, fui passear sozinho em um pequeno bosque não distante de Lipcia discutindo comigo mesmo se teria que adotar a teoria das formas substanciais. No fim, a disputa foi vencida pelo mecanicismo e isso me levou em direção das matemáticas. [...] Todavia, na busca das

bases mais profundas do mecanicismo e das leis do movimento, voltei para a metafísica e para a doutrina das enteléquias” (Leibniz, 1875-90: III, 606). Esse retorno à metafísica era ladado a ter uma extraordinária importância nos desenvolvimentos da matemática, da física e da biologia. A partir daí, junto com o cartesianismo e o newtonianismo, o leibnizianismo seria uma das grandes metafísicas que influíram a ciência durante todo o século XVIII e além disso.

Do ponto de vista de Leibniz, o mecanicismo é uma posição parcial que precisa ser integrada em uma perspectiva mais ampla: como instrumento útil na investigação física, é totalmente inadequado no nível metafísico. A investigação sobre a estrutura do universo não é separável da pesquisa referente às “intenções” de Deus: de fato, raciocinar a respeito de uma construção significa ao mesmo tempo penetrar nos objetivos do arquiteto; para explicar uma máquina é necessário “indagar a respeito da sua finalidade e mostrar como todas as suas peças servem para isso”. Os filósofos modernos são “demasiado materialistas” porque se limitam a tratar das figuras e dos movimentos da matéria. Todavia, não é verdade que a física deve limitar-se a indagar como as coisas são na realidade, excluindo a pergunta relativa ao porquê elas são como elas são efetivamente. As causas finais não servem apenas para admirar a sabedoria divina, mas “para conhecer as coisas e para usá-las” (Leibniz, 1875-90: IV, 339).

Leibniz critica as premissas fundamentais do mecanicismo: a redução da matéria à extensão; a constituição corpuscular da matéria e a sua divisibilidade em átomos indivisíveis; a passividade da matéria; a distinção entre o mundo da matéria e o mundo do pensamento.

A extensão, que é geométrica, homogênea e uniforme não explica o movimento e nem explica a resistência dos corpos ao movimento. Não é possível de modo algum deduzir tal resistência da extensão. Em 1686 Leibniz publica um artigo, que despertou grande alvoroço, intitulado *Brevis demonstratio erroris memorabilis C. riesii*. Descartes cometeu um “erro memorável” achando que na natureza a quantidade de movimento (o produto da massa pela velocidade de um corpo) se mantém constante. Mas o que ocorre é o contrário: o que se mantém efetivamente constante é a *vis viva* ou força viva (aquilo que mais tarde seria denominado de energia cinética) que é equivalente ao produto da massa pelo quadrado da velocidade. Na perspectiva cartesiana quantidade de movimento e força eram consideradas idênticas. Na base do erro de Descartes e dos cartesianos está o fato de terem tomado como modelo as simples máquinas. Leibniz traça uma linha clara de demarcação entre a estática e a dinâmica (Westfall, 1982: 359).

Do ponto de vista de Leibniz, a força viva não é um número ou uma pura quantidade matemática. Em tal força se manifesta uma realidade metafísica cujas manifestações não só não combinam com as premissas do mecanicismo, mas exigem a sua derrubada. Para Leibniz, matéria e movimento são as manifestações fenomênicas de uma realidade metafísica. O pólo ativo de tal realidade é o *conatus* (que é um termo tirado de Hobbes), e a energia ou *vis viva* que aparecem fenomenicamente como movimento. O pólo passivo é a matéria-prima que aparece fenomenicamente como inércia, isto é, a impenetrabilidade ou resistência ao impacto da matéria. Os corpos físicos ou substâncias compostas são resultados fenomênicos de pontos metafísicos ou centros de forças ou

substâncias simples e indivisíveis criadas diretamente por Deus, que, usando de um termo derivado de Pitágoras e de Giordano Bruno, Leibniz chama de *mônadas*. As tais mônadas não se chega simplesmente subdividindo a matéria, pois por serem desprovidas de espacialidade e de figura, elas são entes completos em si e reciprocamente independentes (“não têm janelas”). Cada mônada é dotada de atividade representativa com relação ao resto do universo e de disposição ou tendência a passar de um estado para outro. As mônadas são pensadas em analogia com a alma humana. A teoria dos pontos metafísicos ou centros de força reconstitui a unidade entre a realidade material e a espiritual, e remete em discussão a heterogeneidade qualitativa entre *res extensa* e *res cogitans* que parecia adquirida firmemente pelos cartesianos e pelos atomistas.

Leibniz rejeita o vácuo e a ação à distância (a esse respeito ele concorda com Descartes e discorda radicalmente de Newton). Polemizando com o newtoniano Samuel Clarke rejeitaria o espaço absoluto (a polêmica ocorre em 1715-1716): tempo e espaço não são substâncias e nem seres absolutos, mas são apenas a ordem das coexistências e a ordem das sucessões, isto é, são “realidades relativas”. Em uma carta que escreveu ao jesuíta Honoré Fabri (1607-c.1688), Leibniz esclarece a sua colocação diante das diferentes escolas e tradições: “Os cartesianos relacionam a essência do corpo somente com a extensão. Embora eu não admita o vácuo (de acordo com Aristóteles e Descartes e discordando de Demócrito e Gassendi), todavia acho que existe algo de passivo nos corpos, ou seja, que os corpos resistem à penetração. Nisso concordo com Demócrito e Aristóteles e discordo de Gassendi e Descartes” (Leibniz, 1849-1863: VI, 98-100).

Na perspectiva de Leibniz a física não pode ser reduzida à mecânica e a mecânica não coincide com a cinemática (como ocorre em Descartes e em Huygens). O modelo da física não é a situação de uma balança em equilíbrio onde as forças aparecem iguais. A força é igual à quantidade de movimento somente nas situações estáticas (Westfall, 1984: 168). Para uma mecânica que tem no seu centro o conceito de força, Leibniz forja o nome de dinâmica, passando a usar este termo no *Essay de dynamique* (1692) e no *Specimen dynamicum* (1695): "A idéia de *virtus* ou energia, que os alemães chamam de *Kraft* e os franceses *force*, cuja explicação eu atribui à ciência da dinâmica, aumenta muito a nossa compreensão da essência da substância" (Leibniz, 1875-90: IV, 469).

Os termos substância e atividade podem ser sobrepostos um ao outro: a substância é atividade e onde há atividade há substância. Nem tudo o que existe, é vivo, mas a vida está presente em toda a parte. Na biologia da sua época Leibniz encontra, ao mesmo tempo, estímulos e confirmações para o seu sistema. Por exemplo, a sua idéia da matéria como agregado infinito de mônadas parece ligada às descobertas efetuadas por meio do microscópio, onde cada fragmento de matéria é semelhante a um lago cheio de peixes, cada parte do qual, por sua vez, continua ainda igual a um lago. Nos *Nouveaux essais sur l'entendement humain* (1703) que contém a célebre polêmica contra o empirismo de John Locke e a defesa do inatismo virtual, Leibniz auspicia um uso cada vez mais intenso do microscópio visando a determinar analogias cada vez mais amplas entre os seres vivos. A geração concebida como desenvolvimento e crescimento coloca Leibniz no âmbito do assim chamado preformismo. É verdade porém que, conforme a perspectiva

de Leibniz, o universo inteiro é o desenvolvimento de possibilidades implícitas já contidas no seu início e já "programadas" como em um embrião.

A harmonia presente no mundo real, que é escolhido por Deus como "o melhor" entre todos os mundos possíveis (isto é, mundos que são o conjunto de todas as eventualidades que podem coexistir sem contradição), exclui da natureza os pulos, as descontinuidades e as contraposições. A natureza obedece aos princípios da continuidade e da plenitude: todas as substâncias criadas formam uma série em que está presente qualquer possível variação quantitativa. Não há espaço no universo para dois entes exatamente iguais em que não seja possível encontrar uma diferença interna (princípio dos entes imperceptíveis). Deus não estabelece, como consta em Descartes, as verdades eternas. A sua ação não é arbitrária e Ele obedece ao princípio de não contradição e a uma lógica não-criada.

Nada existe ou acontece sem que haja uma razão para que ela exista ou aconteça exatamente desta e não de outra forma. As verdades de fato são regidas pelo princípio da razão suficiente em virtude do qual nada acontece no universo por acaso ou sem uma causa. As verdades da razão são regidas pelo princípio de contradição e em cada enunciado verdadeiro o predicado deve ligar-se ao sujeito. A verdade não é baseada na intuição de evidências, como pensa Descartes, mas depende da forma do discurso. As essências ou os entes possíveis são governados pela necessidade lógica, as existências ou os entes reais que constituem o mundo remetem à escolha de Deus e ao princípio do melhor que governa tal escolha.

Verdades de razão e verdades de fato coincidem do ponto de vista de Deus. Do ponto de vista do ho-

mem, visando a uma compreensão do mundo real, as deduções formais devem conviver e entrelaçar-se com a busca da razão pela qual um determinado fenômeno se desenvolve de fato em um determinado modo. A investigação sobre o mundo natural não consta apenas de deduções, nem é somente matemática, mas é também experimentalismo. A relação entre cada fenômeno particular é do tipo mecânico, mas aquela relação é baseada em uma ordem teleológica. Por isso, aos olhos de Leibniz, o materialismo e o spinozismo se configuram como os filhos ilegítimos da nova ciência da natureza.



FILOSOFIA QUÍMICA

A QUÍMICA E A GALERIA DOS SEUS ANCESTRAIS

Quando fazemos referência à revolução científica não faz muito sentido colocarmos no mesmo nível, em um único discurso geral, a astronomia e a química do mesmo período. De fato, no século XVI, a astronomia já possui uma estrutura altamente organizada, fazendo uso de técnicas matemáticas refinadas, ao passo que a química não tem de modo algum uma estrutura de ciência organizada, nem possui uma teoria das mutações e das reações e nem tem um passado com uma tradição claramente definida. Tal como a geologia e como o magnetismo, a química *se torna* uma ciência entre os séculos XVII e XVIII, sendo ela própria – ao contrário da matemática, da mecânica e da astronomia – um *produto* da revolução científica. Na galeria dos seus ancestrais os químicos de hoje não têm os nobres retratos de grandes cientistas da Antiguidade e da Renascença. Ninguém que se compare a Euclides, Arquimedes, Ptolomeu etc. Se eles visitarem aquela galeria, embora isso possa despertar neles um certo mal-estar, estarão na companhia de alquimistas, farmacologistas, médicos-químicos, magos, astrólogos e outros personagens multicoloridos.

Um personagem que pode ser classificado como “um químico” (isto é, um pouco mais parecido com um químico moderno do que com um alquimista ou com o